

환류인디케이터에 의한 나세클다젤게진의
性能分析에 관한 研究

指導教授

金孝重



韓國海洋大學 船舶機械工學科 4學年

金鍾圭 · 裴漢福 · 李忠紀

目 次

1. 환반인디케이터의 原理
2. 환반인디케이터에 의한 指示馬力計算方法
3. 환반인디케이터에 의한 指示馬力計算과 性能分析例
 - 3.1 供試機関의 要目과 實驗裝置
 - 3.2 計測結果
4. 性能曲線의 作成
 - 4.1 性能曲線의 意義
 - 4.2 性能曲線의 構成
 - 4.3 性能計算例
 - 4.4 性能曲線圖
5. 結論
6. 參考文獻



記号名称单位表

測 ----- 測定値
 計 ----- 計算値
 資 ----- 資料

| | | | |
|---|------------|------------------------------------------------|-------------------------------|
| 計 | Gs | 吸入空気量 | kg/s |
| 資 | α | 丸形管流量係数 $\cong 0.822$ | |
| 資 | ϵ | 空気膨張補正係数 | |
| 資 | κ | 空気比熱比 $\cong 1.4$ | |
| 資 | g | 重力加速度 9.8 | m/s ² |
| 測 | P | 丸形管上流側 絶対圧力 | kg/cm ² (absolute) |
| 測 | P | 丸形管下流側 絶対圧力 | kg/cm ² (absolute) |
| 計 | P-P | 丸形管上流側と下流側の 差圧 (傾斜計を用いて測定) | kg/cm ² (absolute) |
| 資 | γ_a | 温度 0°C, 大気圧 760 mmHg での 乾燥空気の 比重量 1.293 | kg/m ³ |
| 測 | P | 各試験の 平均測定大気圧 | mmHg |
| 資 | P | 各試験の 大気平均飽和蒸気圧 | mmHg |
| 資 | γ_w | 各試験の 水蒸気の 平均比重量 | kg/m ³ |
| 資 | ϕ | 各試験の 相対湿度 | |
| 測 | θ | 各試験の 平均室温 | °C |
| 計 | Rd | レイノルズ数 | |
| 計 | w | 管中の 空気平均流速 | m/s |
| 資 | d | 管径 直径 | m |
| 資 | ν | 動粘度係数 | m ² /s |
| 測 | P | 吸入空気圧力 | kg/cm ² (absolute) |
| 計 | η_c | 充填効率 | |
| 計 | γ | 標準状態 (大気圧 760 mmHg, 温度 20°C, 湿度 65%) での 湿空気比重量 | kg/m ³ |

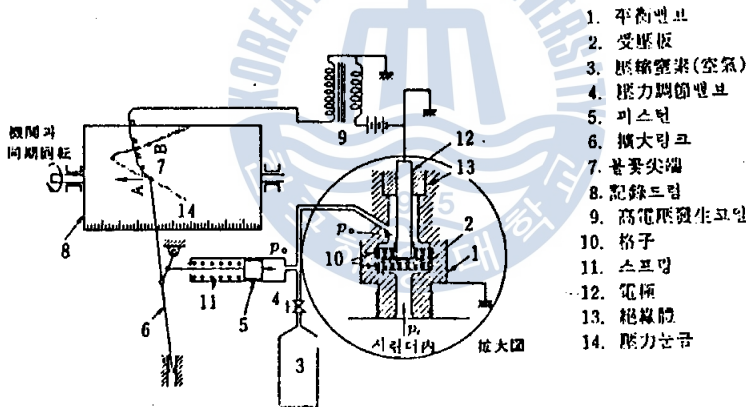
| | | | |
|---|------------------|--------------------|--------------------|
| 測 | N | 回電數 | rpm |
| | V | 總缸容積 | m ³ , l |
| 計 | η_v | 體積效率 | |
| 計 | R | 空燃比 (混合比) | |
| 測 | F | 燃料消費量 | l/h |
| 測 | γ | 測定溫度에서의 燃料의 比重量 | g/cc (kg/l) |
| 計 | λ | 空氣過剩率 | |
| 計 | R ₀ | 理論混合比 | |
| 計 | α | 燃料消費率 | |
| 測 | b | 測定時間内の 燃料消費量 | kg, h |
| 測 | t | 燃料消費量測定에 要한 時間 | cc |
| 計 | P | 軸出力 | s |
| 計 | G ₁ | 排氣水蒸氣量 | kg |
| 計 | G ₂ | 排氣損失 (熱量) | kg/s |
| 資 | G ₃ | 排氣水蒸氣等壓比熱 | kal/h |
| 測 | t ₃₁ | 吸入空氣의 溫度 | kal/°C |
| 測 | t ₃₂ | 排氣水蒸氣의 溫度 | °C |
| 計 | η_a | 排氣損失 | °C |
| | | | % |
| 計 | Q _{co} | 冷却損失 (熱量) | kal/h |
| 測 | G _{co} | 冷却水流量 | kg/h |
| 測 | t _{co1} | 冷却水의 入口溫度 | °C |
| 測 | t _{co2} | 冷却水의 出口溫度 | °C |
| 計 | η_{co} | 冷却損失 | °C |
| 計 | L _f | 燃料馬力 | % |
| 計 | Q _f | 燃料의 全熱量 | kg |
| 資 | H | 燃料의 低位發熱量 輕油 10500 | kal/h |
| 計 | η_e | 正味熱效率 | kal/°C |
| 計 | L _m | 機械損失 | % |
| | | | kg |

| | | | |
|---|-----------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 計 | Q_m | 機械損失 (熱量) | kcal/h |
| 計 | η_m | 機械效率 | % |
| 計 | T | 軸 出力 | kgm |
| | L | 動力計 的 行程 | m |
| 測 | W | 動力計荷重 | kg |
| 測 | W _f | 摩擦損失의 動力計荷重 | kg |
| | C | 動力計의 係數 | |
| 計 | K | 標準狀態 (大氣圧 760 mmHg, 溫度 20°C, 湿度 65%)의 修正係數 | |
| 計 | B | 標準狀態의 軸出力 | PS |
| 計 | T ₀ | 標準狀態의 軸 出力 | kgm |
| | D | 汽缸 徑 | cm |
| | S | 正行程 | cm |
| | n | 汽缸 數 | |
| 計 | P _e | 軸平均有效壓力 | kg/cm ² |
| 計 | P _m | 圖示平均有效壓力 | kg/cm ² |
| 計 | A | 拍圧有效面積 | (kg/cm ²) · cm ² |
| 計 | L _i | 圖示馬力 | PS |
| 計 | η_i | 圖示熱效率 | % |
| 計 | F | 摩擦損失 | PS |
| 計 | L _{io} | 標準狀態의 圖示馬力 | PS |
| 計 | W _f | 摩擦損失 | % |

1. 환상인디케이터의 原理

실린더내의 氣壓과 容積의 變化를 線圖로 나타내 計器를 인디케이터(indicator)라 하며 인디케이터의 原理는 실린더내의 壓力變化를 피스톤 또는 受壓膜으로 받아서 이 變化를 擴大하여 記錄紙 上에 이 裝置가 壓力平衡狀態인 刻를 환상인디케이터라 한다.

圖 1.1 은 환상인디케이터의 原理를 설명해 系統圖를 보인다. 환상인디케이터를 使用하면 1 사이클全體를 한꺼번에 觀測 是는 不可 平均値的인 壓力-크랭크角線圖를 得다. 원래 內燃機의 各사이클은 變動하고 是는 故로 是의 平均値가 必要한 場合가 많다.



1. 平衡閥
2. 受壓板
3. 壓縮室素(空氣)
4. 壓力調節閥
5. 피스톤
6. 擴大막
7. 볼렛尖端
8. 記錄드럼
9. 高電壓發生코일
10. 格子
11. 스프링
12. 電極
13. 絶緣體
14. 壓力 눈금

圖 1.1 환상인디케이터의 系統圖

환상인디케이터는 실린더내에 點火플러그와 氣의 變換 平衡閥을 設置하고 이 밸브내의 受壓板 2의 前面에 壓縮室素의 壓力가 作用하여 受壓板을 아래로 누르고 있다. 또한 是는 同時에 피스톤 5에 作用하고 是와 平衡을 이루는 스프링을 是의 先端 7이 擴大移動한다. 是時 실린더내의 壓力가 上昇하여 $P_c > P_b$ 일 때 受壓板 2는 是의 格子面으로부터 上面으로 移動하고 電極과 接觸하여 電極은 接地된다. 또한 실린더내의 壓力가 下降하여 $P_c < P_b$ 일 때 是와 平衡을 이루는 스프링의 力에 의해 受壓板 2는 下面으로 移動하고 電極은 接地된다.

受圧板은 上面으로부터 떨어져서 電氣回路는 閉된다. 此때의 電極이 接地 또는 斷切될 때에 이차 點火플러그에 高電壓이 發生하는 것과 같은 原理로 誘導電壓이 發生하고 이것을 可變으로 昇壓시켜 7의 불꽃尖端에서 電極과 電極 사이에서 스파크 發生을 한다. 1 結果 電極에 電壓을 주는데 작은 黑點을 만든다. 此때에 電極은 1사이클마다 1회轉하고 故로 電極이 1회 上下할 때마다 同一 電極 點을 2回 通過하고 1 때마다 2個의 點을 各 30°의 角度上에 記録하게 된다. 此로써 4의 電壓調節變壓器로 電壓을 차례로 上下시키면 2의 電極에 따른 點을 順次로 全電壓範圍에 걸쳐 記録하게 된다.

2 轉速인디케이터에 의한 指示馬力計算方法

指示馬力(indicated horse power)이란 실린더內의 燃燒壓력이 實際로 作用하는 動力을 말하고 PV線圖의 面積, 즉 功을 馬力의 形式으로 나타낸 것이 인디케이터線圖로부터 얻은 指示平均有效壓력에 의하여 計算된다.

但는 轉速인디케이터線圖는 轉軸의 轉角角度로 表示되거 故로 此를 曲率變位 λ 에 대한 PV線圖로 改則하면 다음式에 의하여 轉角角度를 曲率變位로 換算하고 此의 各點에 對한 壓력을 壓力校正尺을 利用하여 線圖에서 求할 수 있다.

$$\lambda = r \left\{ 1 - \cos \theta + \frac{1}{4\lambda} (1 - \cos 2\theta) \right\} \tag{1.1}$$

此에서, λ = 上死點으로부터의 曲率變位量

r = 轉軸 半徑

θ = 上死點으로부터의 轉角

λ = 連接棒의 長이에 對한 轉軸 半徑比

나行程사이클 單動機關의 指示馬力 IHP는 此와 같다.

$$\begin{aligned} IHP &= P \cdot n \cdot C \\ &= P \cdot n \cdot \frac{A \cdot L}{2 \times 75 \times 60} \end{aligned} \tag{1.2}$$

此에서, P = 실린더內 平均有效壓力 (kg/cm²)
 n = 機關의 RPM
 C = 실린더 定數

3. 엔진의 기계적 특성에 대한 指示馬力計算과 性能分析例

3.1 供試機関의 要目과 实验装置

1) 供試機関의 要目

| 項目 | 機関 | 項目 | 機目 | | | | | | | | | |
|-------------|------------------------------------|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|----------|----------|----|----------|----------|
| 機関型式 | YANMAR NS 90(C) | 最大トルク | 2.93 kg·m / 9° | | | | | | | | | |
| 사이클 | 4 사이클 | 最小燃料消費率 | 200 g / h.p.h | | | | | | | | | |
| 冷却系統 | 水 冷 | 平均有効圧力 | 7.076 bar | | | | | | | | | |
| 실린더 數 | 1 | 燃燒室 | 豫燃燒室式 | | | | | | | | | |
| 실린더徑 × 行程 | 85 mm × 90 mm | 밸브 타이밍 (deg) | <table border="1"> <thead> <tr> <th>区分</th> <th>흡기</th> <th>압기</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>흡기</td> <td>28° BTDC</td> <td>48° ABDC</td> </tr> <tr> <td>압기</td> <td>57° BBDC</td> <td>22° ATDC</td> </tr> </tbody> </table> | 区分 | 흡기 | 압기 | 흡기 | 28° BTDC | 48° ABDC | 압기 | 57° BBDC | 22° ATDC |
| 区分 | 흡기 | | 압기 | | | | | | | | | |
| 흡기 | 28° BTDC | | 48° ABDC | | | | | | | | | |
| 압기 | 57° BBDC | 22° ATDC | | | | | | | | | | |
| 실린더 容積 (cc) | $0.510 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ | | | | | | | | | | | |
| 壓縮比 | 21.0 | | | | | | | | | | | |
| 最大出力 | 9 PS | 燃料噴射時期 (deg) | 16° BTDC | | | | | | | | | |
| 定格出力 | 8.5 / 2200 RPM | 着火順序 | / | | | | | | | | | |
| 最大速度 | 2200 (RPM) | | | | | | | | | | | |

2) 实验装置

实验装置은 此 YANMAR NS 90(C) 機関이 設置된 內燃機関給合性能 試驗装置 (東京 OTEI 株式会社製) 을 利用하여 轉速調節기 是 供試機関의 主軸에 連結되였으며 此 3.1에 OTEI의 装置을 보여주고 있고 图 3.2는 实验装置의 系統圖를 보여준다.

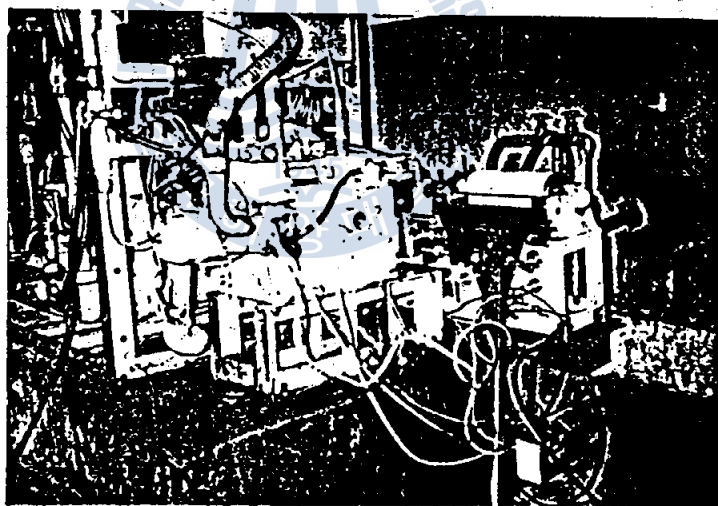
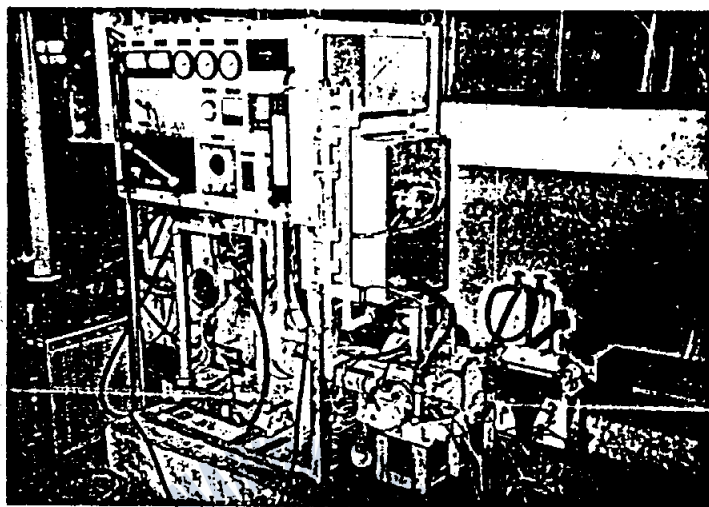


图 3.1 实验装置

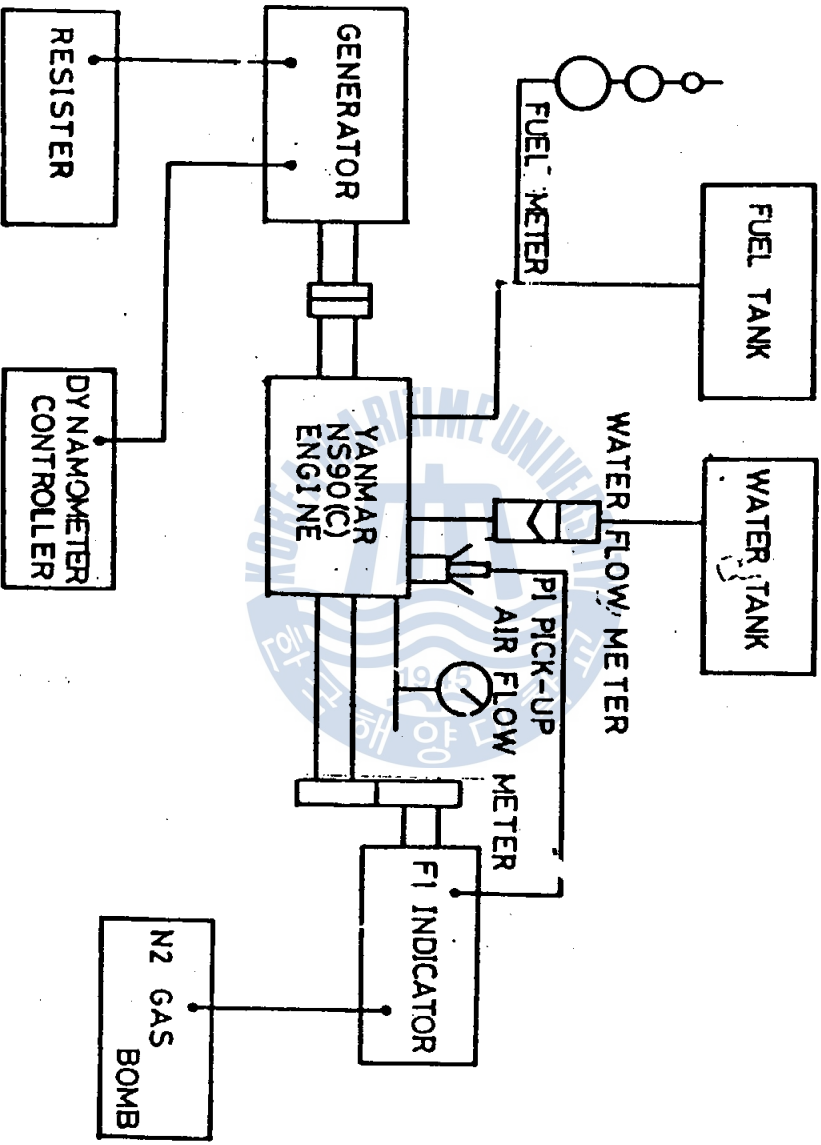


圖 2.2 實驗裝置之系統圖

(2) 实验方法

实验 機関의 回轉數를 負荷의 3乘根에 따라 變化시키며 空轉法에 對한 運轉을 行하였던 運轉條件를 表 3.1에 記다.

表 3.1 運轉條件

| 運轉番號 | 回轉數 (RPM) | 動力計荷重 (kg) | |
|------|-----------|------------|----------|
| 1 | 1400 | 4.6 | (1/4 負荷) |
| 2 | 1750 | 7.367 | (2/4 負荷) |
| 3 | 2000 | 9.552 | (3/4 負荷) |
| 4 | 2200 | 11.0 | (4/4 負荷) |

3.2 計測結果

計測結果를 表 3.2에 記한 值을 計算處理한 後 空轉法에 對한 空轉 試驗의 別添頁料表에 添付하였다.

表 2 供試 機関運轉試驗成績表 (A)

| | | | | | | | |
|-------|------------------|------|---------------------|---------|----------|--------------|---------|
| 機閥型式 | YANMAR N5 90(C) | 燃料名稱 | 輕油 | 室溫(始) 乾 | 26 °C | 濕 | 20.2 °C |
| 試驗年月日 | 年 月 日 | 比重 | 0.821 g/cc (20°C) | (終) 乾 | 27 °C | 濕 | 20.2 °C |
| 試驗場所 | 韓國海洋大學校 內燃機試驗室 | 低發熱量 | 41,100,000 kcal/kg | 大氣濕度(始) | 60 % | $\phi = 0.6$ | |
| 試驗担当者 | UNIST. 018021008 | 傾斜 | 0.001 對入液量 每轉 1.2 g | (終) | 60 % | $\phi = 0.6$ | |
| | | | | 大氣壓 | 760 mmHg | | |

| 測定番號 | 回轉數 | 動力計荷重 | 吸入空氣 | | | | | 燃料 | | 冷卻水 | | | 排氣 | | 潤滑油 | | 空轉數 | | |
|------|------|-------|--------|--------|--------|--------|------------------------|----------|-------|----------|----------|---------|-------|------|------|--------------------|-------|-------|-----------|
| | | | 吸入空氣流量 | 吸入空氣壓力 | 吸入空氣溫度 | 吸入空氣濕度 | 計測差壓 $\frac{h-h_0}{M}$ | 燃料의 比重 | 消費量 | 測定時間 | 冷卻水入口溫度 | 冷卻水出口溫度 | 冷卻水流量 | 排氣溫度 | 排氣壓力 | 潤滑油溫度 | | 潤滑油壓力 | |
| N | N | kg | t_p | P_a | t_a | h_a | $P-B$ | γ | t | t_{w1} | t_{w2} | G_w | t_g | | | | R_d | | |
| rpm | rpm | kg | % | mmHg | mm | mmHg | mmHg | g/cc | sec | °C | °C | kg/h | °C | mmHg | °C | kg/cm ² | | | |
| 1 | 1400 | 4.6 | 26 | 1013 | 16.4 | 12.3 | 31 | 12.13 | 0.821 | 80 | 396 | 26 | 60 | 70 | 230 | 90 | 52 | 0.9 | 10888.24 |
| 2 | 1750 | 7.367 | 26 | 1013 | 17.4 | 12.3 | 41 | 12.29 | 0.821 | 80 | 214 | 26 | 60 | 95 | 350 | 168 | 60 | 0.9 | 21623.738 |
| 3 | 2000 | 9.552 | 26.5 | 1013 | 18.8 | 12.3 | 55 | 22.21 | 0.821 | 80 | 127 | 26 | 66.4 | 125 | 490 | 255 | 62 | 1.05 | 24899.976 |
| 4 | 2200 | 11.0 | 27 | 1013 | 19.8 | 12.3 | 65 | 27.11 | 0.821 | 80 | 100 | 26 | 68.0 | 135 | 600 | 270 | 65 | 1.1 | 28111.111 |

表2 供試機關運轉試驗成績積表(B)

| 測定番号 | 回転速度 | 軸入力 | 軸出力 | 吸入空気量 | 充填効率 | 体積効率 | 空燃比 | 空気が過剩率 | 燃料消費率 | 排気ガス量 | 排気損失 | 冷却損失 | 修正軸入力 | 修正軸出力 | 燃料馬力 | 燃料全熱量 | 軸平均有効圧力 |
|------|------|-------|-------|-------------------|----------|----------|--------|-----------|---------|------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------|
| | N | T | P | G _s | η_c | η_v | R | λ | g | G _F | Q _g | Q _w | T _c | P _c | L _f | Q _F | P _e |
| | RPM | kgm | PS | k ₃ /s | % | % | | | g/h | kg/s | kcal/h | kcal/h | kgm | PS | PS | kcal/h | kg/cm ² |
| 1 | 1400 | 1.150 | 2.248 | 0.0044 | 90.406 | 91.636 | 28.021 | 2.184 | 211.978 | 6.60x10 ⁻³ | 123.006 | 2740 | 1.168 | 2.284 | 10.158 | 6430.14 | 2.832 |
| 2 | 1750 | 1.882 | 2.520 | 0.00742 | 89.216 | 89.203 | 22.616 | 1.605 | 201.542 | 1.183x10 ⁻² | 224.961 | 2785 | 1.871 | 2.592 | 10.807 | 1087.626 | 4.527 |
| 3 | 2000 | 2.289 | 6.670 | 0.00861 | 84.253 | 86.367 | 19.615 | 1.191 | 268.028 | 9.07x10 ⁻³ | 107.041 | 6050 | 2.427 | 6.707 | 27.271 | 1026.762 | 6.884 |
| 4 | 2200 | 2.780 | 8.447 | 0.00948 | 82.257 | 84.241 | 12.878 | 0.925 | 276.728 | 1.026x10 ⁻² | 676.210 | 6657 | 2.794 | 8.582 | 20.242 | 25422.08 | 6.773 |

表2 供試機關運轉試驗成績積表(C)

| 測定番号 | 正味熱効率 | 排気損失 | 冷却損失 | 摩擦損失 | 機械効率 | 図示馬力 | ガス分析 | | | | | |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------------|--------|------|-------|----|--|--|--|
| | | | | | | | 炭酸ガス | 一酸化炭素 | 酸素 | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| η_e | η_g | η_w | η_f | η_m | L _i | % | % | % | | | | |
| 1 | 22.129 | 19.112 | 27.071 | 21.688 | 62.261 | 4.292 | | | | | | |
| 2 | 22.926 | 19.980 | 29.571 | 26.522 | 59.480 | 7.666 | | | | | | |
| 3 | 22.707 | 22.667 | 27.205 | 27.579 | 69.281 | 9.658 | | | | | | |
| 4 | 20.990 | 22.479 | 22.405 | 22.191 | 62.292 | 12.247 | | | | | | |

4. 性能曲線의 作成

4.1 性能曲線의 意義

機關의 出力을 測定하는 場合に 指示馬力이나 制動馬力を 計測한 뿐 아니라 同時에 燃料消費量이나 各部의 溫度, 壓力을 測定하여 機關의 性能과 關係되는 事項을 計測 또는 計算하여 하나의 性能曲線을 만든다. 그리고 機關運轉者는 良好한 運轉狀態에서 그때의 運轉成績을 記錄하여 適當한 時期에 上述資料를 整理하여 性能曲線을 作成하여 可靠 經濟的인 安全한 運轉을 行하길 하는데 1 意義가 있다.

4.2 性能曲線의 構成

다음 機關의 性能曲線은 制動馬力 또는 每分回轉數를 가로軸에 그리고 縱軸에는 燃料消費率, 燃料消費量, 機械效率, 制動馬力, 熱效率 등을 機關運轉者가 利用에 便利하게 適當히 表示한다.

4.3 性能計算例

의 吸入空氣量 G_s kg/s

$$\boxed{\gamma_a}$$

$$\gamma_a = \gamma_n \frac{P_a - \varphi P_s}{760} \times \frac{273}{273 + \theta} + \varphi \gamma_w \quad kg/m^3 \quad (4.1)$$

- 여기서, γ_n = 室溫 $\theta^\circ C$ 에 대한 γ_n mmHg, 濕氣 φ mmHg의 濕空氣의 比重量
- γ_w = 1.293 kg/m^3
- P_a = 760 mmHg (平均測定大氣壓)
- φ = $t\%$ (相對濕度表에의 乾球溫度 $26^\circ C$, 濕球溫度 $20.2^\circ C$)
- P_s = 25.76 mmHg ($t = 26^\circ C$ 에의 飽和壓力)
- γ_w = 0.0252 kg/m^3 (表 4.2 $\theta - \gamma_w$ 表 참조)
- θ = $26^\circ C$

그러므로 $\gamma_a = 1.172 \quad kg/m^3$

G_s

$$G_s = \alpha \cdot \epsilon \cdot \pi d^2 / 4 \cdot \sqrt{2g \cdot \ln(P_1/P_2)} \quad \text{kg/s} \quad (4.2)$$

비치

$\alpha = 0.822$ (丸形 流量係數)

$\epsilon = 1$ ($\eta = \frac{P_1 - P_2}{P_1} \rightarrow 0.001273 \approx 0$, $\eta - \epsilon$ 表)

$d = 0.024 \text{ m}$ (口径)

$g = 9.8 \text{ m/s}^2$

$\ln = 1.172 \text{ kg/m}^3$

결과

$$G_s = 1.782 \times 10^{-4} \sqrt{(P_1 - P_2)}$$

R_d

레이놀즈 수 檢討

$$R_d = \frac{w \text{ (m/s)} \cdot d \text{ (m)}}{\nu \text{ (m}^2\text{/s)}} = \frac{w \cdot 0.024}{1.564 \times 10^{-5}} = 2.874 \times 10^6 \times G_s \quad (4.3)$$

비치

$\nu = 1.564 \times 10^{-5}$ ($\theta - \nu$ 表 参照)

$$w = \frac{G_s \text{ (kg/s)}}{\ln \text{ (kg/m}^3)} \div \frac{\pi d^2 \text{ (m}^2)}{4} \quad \text{m/s}$$

$$= 1.876 \times 10^6 \times G_s$$

| | $P_1 - P_2$ (mm Hg) | G_s (kg/s) | R_d |
|---|---------------------|------------------------|-----------|
| 1 | 12.14 | 1.461×10^{-4} | 18695.24 |
| 2 | 17.27 | 1.437×10^{-4} | 21492.728 |
| 3 | 23.21 | 1.614×10^{-4} | 24899.996 |
| 4 | 27.54 | 1.214×10^{-4} | 27064.688 |

결과에 要點에 의해서 레이놀즈 수 $R_d > 7400$ 條件에 成立되리라 한다.

表 4.1 $\eta - \epsilon$ 表

| y | 0 | 0.05 | 0.10 | 0.15 | 0.20 | 0.25 | 0.30 | 0.35 | 0.40 | 0.45 | 0.50 |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ϵ | 1.000 | 0.969 | 0.938 | 0.906 | 0.873 | 0.840 | 0.805 | 0.769 | 0.732 | 0.693 | 0.653 |

表 4.2 $\theta - U$, $\theta - \gamma_w$ 表

| | | | | | |
|-----------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| $U \quad \gamma_w \quad \theta$ | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 |
| $U \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ | 1.22 | 1.42 | 1.57 | 1.66 | 1.70 |
| $\gamma_w \text{ kg/m}^3$ | 0.0048 | 0.0094 | 0.0172 | 0.0204 | 0.0512 |

(2) 充填効率 η_c

$$\eta_c = \frac{G_2 \cdot a}{\rho_a \cdot N \cdot V} \times 100 \quad (4.4)$$

例

$a = 2$ (4 사이클의 通過 : 2)

$V = 5.1 \times 10^{-4} \text{ m}^3$

$\rho_a = 1.20 \text{ kg/m}^3$ (標準狀態에서의 空氣의 比重量)

$$\eta_c = \frac{120}{1.2 \times 5.1 \times 10^{-4}} \times \frac{G_2}{N}$$

| N (RPM) | G_2 (kg/s) | η_c (%) |
|---------|------------------------|--------------|
| 1400 | 6.460 $\times 10^{-3}$ | 90.406 |
| 1700 | 7.429 $\times 10^{-3}$ | 82.216 |
| 2000 | 8.604 $\times 10^{-3}$ | 74.252 |
| 2200 | 9.252 $\times 10^{-3}$ | 62.351 |

(3) 体積効率 η_v

$$\eta_v = \frac{G_r \cdot a}{I_a \cdot N \cdot V} \times 60 \times 100 \quad \% \quad (4.5)$$

已知

$$\begin{aligned} a &= 2 \\ I_a &= 1.172 \text{ kg/m}^2 \\ V &= 5.1 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \end{aligned}$$

測定

$$\eta_v = 2.0076 \times 10^7 \times \frac{G_r}{N} \quad \%$$

| | G_r (kg/s) | N (RPM) | η_v (%) |
|---|------------------------|---------|--------------|
| 1 | 6.460×10^{-3} | 1400 | 42.626 |
| 2 | 7.427×10^{-3} | 1750 | 45.203 |
| 3 | 8.604×10^{-3} | 2000 | 46.267 |
| 4 | 9.252×10^{-3} | 2200 | 45.241 |

(4) 空燃比 R

$$R = \frac{G_r}{F \cdot t} \times 2400 \quad (4.6)$$

已知

$$F = \frac{b(\text{cc}) \times 2400 (\text{sec/h})}{t(\text{sec}) \times 1000 (\text{cc/l})} = \frac{2400}{t} \text{ (l/h)} \quad (\text{燃料消費量})$$

$$Y = 0.821 \text{ g/cc} \quad (\text{燃料比重量})$$

$$b = 80 \text{ cc}$$

$$t = \text{測定時間 (sec)}$$

| | t (sec) | F (l/h) | I_a (kg/s) | R |
|---|---------|---------|------------------------|--------|
| 1 | 296 | 0.727 | 6.460×10^{-3} | 28.021 |
| 2 | 214 | 1.246 | 7.427×10^{-3} | 22.616 |
| 3 | 127 | 2.102 | 8.604×10^{-3} | 17.519 |
| 4 | 100 | 2.880 | 9.252×10^{-3} | 12.898 |

(5) 空氣過剩率 λ

理論混合比

$$R_0 = 4.21 \times \frac{(22 \times x) + 8y}{(12 \times x) + y} = 14.713$$

(4.9)

燃料組成

$$x = 86\% \text{ (炭素)}$$

$$y = 14\% \text{ (水素)}$$

則

$$\lambda = \frac{R}{R_0}$$

| | R | λ |
|---|--------|-----------|
| 1 | 28.021 | 2.575 |
| 2 | 22.616 | 1.665 |
| 3 | 17.519 | 1.191 |
| 4 | 12.898 | 0.945 |

(b) 燃料消費率 γ

$$\gamma = \frac{F}{P} \times 1000 = \frac{F}{P} \times 841 \quad (\% / \text{Ps} \cdot \text{h})$$

(4.E)

則

$$\gamma = 0.841 \times \gamma (\text{燃料比重量})$$

$$P = \text{軸馬力 (Ps)}$$

| | F (kg/h) | P (Ps) | γ (%/Ps·h) |
|---|----------|--------|-------------------|
| 1 | 0.727 | 2.248 | 271.978 |
| 2 | 1.246 | 11.500 | 251.552 |
| 3 | 2.102 | 6.670 | 265.025 |
| 4 | 2.880 | 8.447 | 286.728 |

(7) 排氣ガス量 G_g

$$G_g = (G_s + \frac{F \cdot \lambda}{\lambda t_{cc}}) \quad (4.9)$$

$$= G_s + F \times 0.234 \times 10^{-3} \quad (\text{kg/s})$$

| | $F (\text{l/h})$ | $F \times 0.234 \times 10^{-3} (\text{kg})$ | $(G_s) (\text{kg/s})$ | $(G_g) (\text{kg/s})$ |
|---|------------------|---------------------------------------------|------------------------|------------------------|
| 1 | 0.727 | 0.414×10^{-3} | 6.260×10^{-3} | 6.674×10^{-3} |
| 2 | 1.246 | 0.261×10^{-3} | 7.227×10^{-3} | 7.488×10^{-3} |
| 3 | 2.102 | 0.468×10^{-3} | 8.624×10^{-3} | 9.092×10^{-3} |
| 4 | 2.880 | 0.559×10^{-3} | 9.252×10^{-3} | 9.811×10^{-3} |

(8) 排氣損失 Q_g

$$Q_g = G_g \cdot (m (t_{g2} - t_{a1}) \times \lambda t_{cc} \quad (\text{kcal/h}) \quad (4.10)$$

비열

(m = 排氣ガス等圧比熱 (표 4.1 燃燒ガスの等圧比熱표를 구한다))

t_{a1} = 吸入空氣의 温度

t_{g2} = 排氣ガスの 温度

| | λ | $\frac{1}{\lambda}$ | (m) | t_{g2} | t_{a1} | $t_{g2} - t_{a1}$ | G_g | Q_g |
|---|-----------|---------------------|-------|----------|----------|-------------------|------------------------|----------|
| 1 | 2.515 | 0.289 | 0.254 | 220 | 26 | 204 | 6.674×10^{-3} | 1327.006 |
| 2 | 1.605 | 0.623 | 0.263 | 250 | 26 | 224 | 7.488×10^{-3} | 2274.961 |
| 3 | 1.191 | 0.827 | 0.276 | 430 | 26.5 | 403.5 | 9.092×10^{-3} | 4159.014 |
| 4 | 0.945 | 1.058 | 0.281 | 600 | 27 | 573 | 9.811×10^{-3} | 5956.210 |

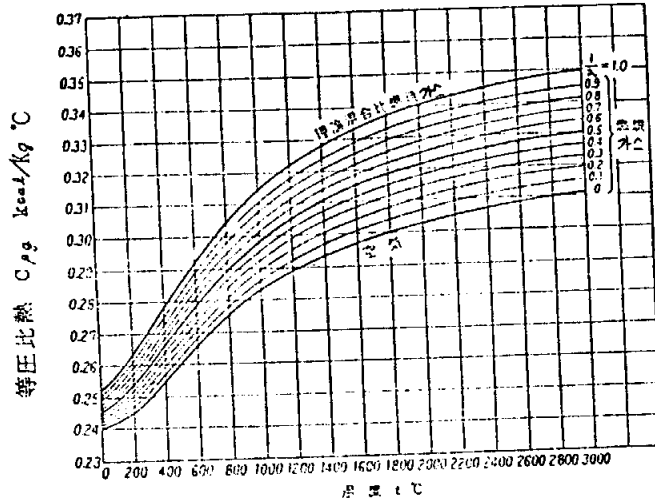


표 4.1 燃燒ガスの 等圧比熱

(4) 燃料의 全熱量 Q_f

$$Q_f = H \cdot F \cdot \gamma \quad (\text{kcal/h}) \quad (4.11)$$

여기서 H = 燃料의 低位發熱量 輕油 10500 kcal/kg
 F = 0.541 kg/s

그러므로 $Q_f = \text{여기} \times F$
 $(\gamma = \frac{Q_f}{Q_{\text{排}}} \times 100 \%)$

여기서 $Q_{\text{排}}$ = 排氣損失

| | F | Q_f | $Q_{\text{排}}$ | γ (%) |
|---|-------|-----------|----------------|--------------|
| 1 | 0.727 | 6420.140 | 1227.006 | 19.112 |
| 2 | 1.246 | 11841.526 | 2274.961 | 19.210 |
| 3 | 2.102 | 18562.762 | 4189.041 | 22.567 |
| 4 | 2.840 | 25222.240 | 5748.210 | 22.769 |

(10) 冷却損失 (熱量) Q_{lw}

여기서 $Q_{lw} = G_{tw} \cdot C_{pw} (t_{w2} - t_{w1})$ (4.12)

$C_{pw} = 1$ (따라서 냉각수가 물이므로 1이다.)

G_{tw} = 冷却水 流量 (kg/h)

t_{w1} = 冷却水의 入口温度

t_{w2} = 冷却水의 出口温度

$\eta_w = \frac{Q_{lw}}{Q_f} \times 100$ (%)

여기서 η_w = 冷却損失 (%)

| | t_{w2} | t_{w1} | $t_{w2} - t_{w1}$ | G_{tw} | Q_{lw} | Q_f | η_w |
|---|----------|----------|-------------------|----------|----------|-----------|----------|
| 1 | 60 | 26 | 34 | 70 | 2380 | 6420.140 | 29.071 |
| 2 | 62 | 26 | 37 | 95 | 2525 | 11886.526 | 29.571 |
| 3 | 66.4 | 26 | 40.4 | 125 | 5050 | 18662.762 | 27.205 |
| 4 | 68.2 | 26 | 42.2 | 125 | 5697 | 25422.280 | 22.400 |

(11) 正味熱效率 η_e

$\eta_e = \frac{t_{w2} \times P}{Q_f} \times 100$ (%) (4.13)

| | P (PS) | Q_f (kcal/h) | η_e (%) |
|---|--------|----------------|--------------|
| 1 | 2.24P | 6420.140 | 20.129 |
| 2 | 4.500 | 11886.526 | 22.926 |
| 3 | 6.670 | 18662.762 | 20.709 |
| 4 | 8.447 | 25422.280 | 20.990 |

(12) 摩擦損失 η_f

$$\eta_f = 100 - (\eta_e + \eta_g + \eta_w) \quad (4.14)$$

| | η_e | η_g | η_w | η_f |
|---|----------|----------|----------|----------|
| 1 | 22.129 | 19.112 | 29.091 | 21.688 |
| 2 | 22.926 | 19.980 | 29.571 | 26.523 |
| 3 | 22.709 | 22.569 | 29.205 | 27.517 |
| 4 | 20.990 | 22.419 | 22.400 | 23.191 |

(13) 修正軸距 T (kg·m), 修正軸出力 P (Ps)

T : 軸距 (kg·m)

P : 軸出力 (Ps)

$$T = W \cdot L = 0.25 \times W \quad (kg \cdot m) \quad (4.15)$$

$$P = \frac{2\pi W L N}{60} = 1.216 \times 10^{-3} \cdot T \cdot N \quad (4.16)$$

| | W (kg) | T (kg·m) |
|---|----------|------------|
| 1 | 4.600 | 1.150 |
| 2 | 7.269 | 1.817 |
| 3 | 9.542 | 2.386 |
| 4 | 11.0 | 2.750 |

| | N (RPM) | P (Ps) |
|---|-----------|----------|
| 1 | 1400 | 2.249 |
| 2 | 1750 | 4.500 |
| 3 | 2000 | 6.670 |
| 4 | 2200 | 8.449 |

$$K = \frac{747}{P_a - P_w} \sqrt{\frac{21^3 + \theta}{293}} \quad (4.17)$$

단기

K : 標準狀態 (大氣壓 760 mmHg, 溫度 20°C, 濕度 65%) 에서의 修正係數

$P_a = 760 \text{ mmHg}$ (實驗中의 大氣壓)

$P_w = 4 \text{ Ps} = 0.6 \times 25.26 = 15.216 \text{ mmHg}$

$\theta = 26^\circ\text{C}$

정답

$$k = \frac{149}{160 - 15.216} \sqrt{\frac{202 + 26}{293}} = 1.016 \quad (4.17a)$$

$$P_0 = k \cdot P = 1.016 P \quad (\text{修正軸出力})$$

$$T_0 = k \cdot T = 1.016 T \quad (\text{修正軸トルク})$$

| | P | T ₀ | T | T ₀ |
|---|-------|----------------|-------|----------------|
| 1 | 2.248 | 2.274 | 1.150 | 1.168 |
| 2 | 4.500 | 4.572 | 1.822 | 1.847 |
| 3 | 6.670 | 6.777 | 2.259 | 2.427 |
| 4 | 8.827 | 8.983 | 2.750 | 2.794 |

(14) 軸平均有効圧力

P_e

$$P_e = \frac{2\pi T_0 a}{10V}$$

$$V = 0.51 \text{ l}$$

$$a = 2$$

(4.18)

정답

$$P_e = 2.463 \times T \quad (\text{kg/cm}^2)$$

| | T (kg·m) | P _e (kg/cm ²) |
|---|----------|--------------------------------------|
| 1 | 1.150 | 2.832 |
| 2 | 1.822 | 4.487 |
| 3 | 2.259 | 5.564 |
| 4 | 2.750 | 6.773 |

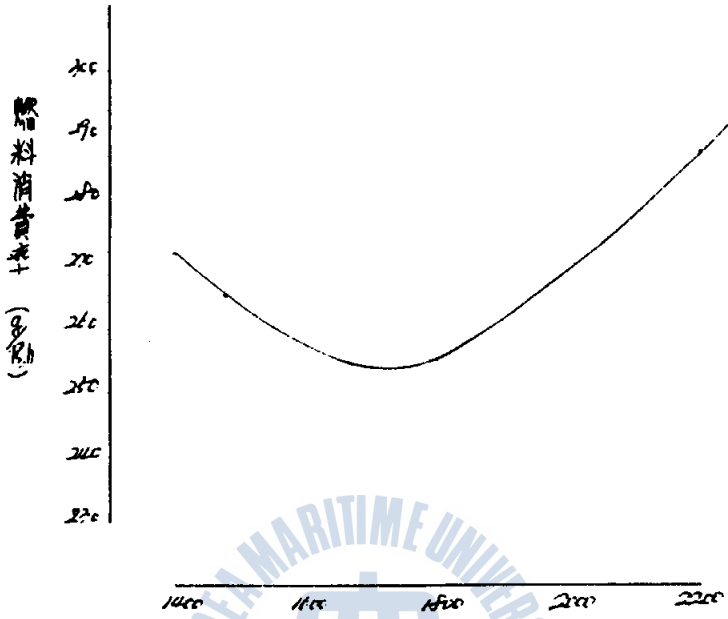


圖 4.2 燃料消費率曲線

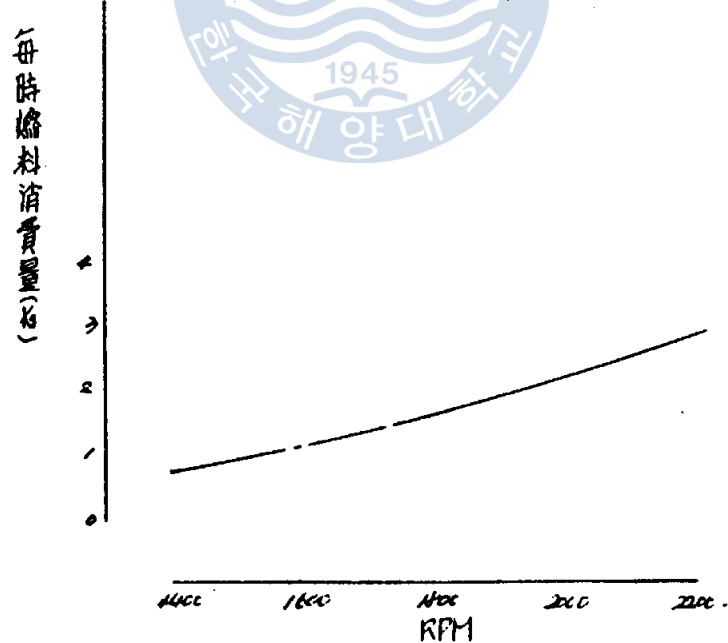


圖 4.3 燃料消費量曲線

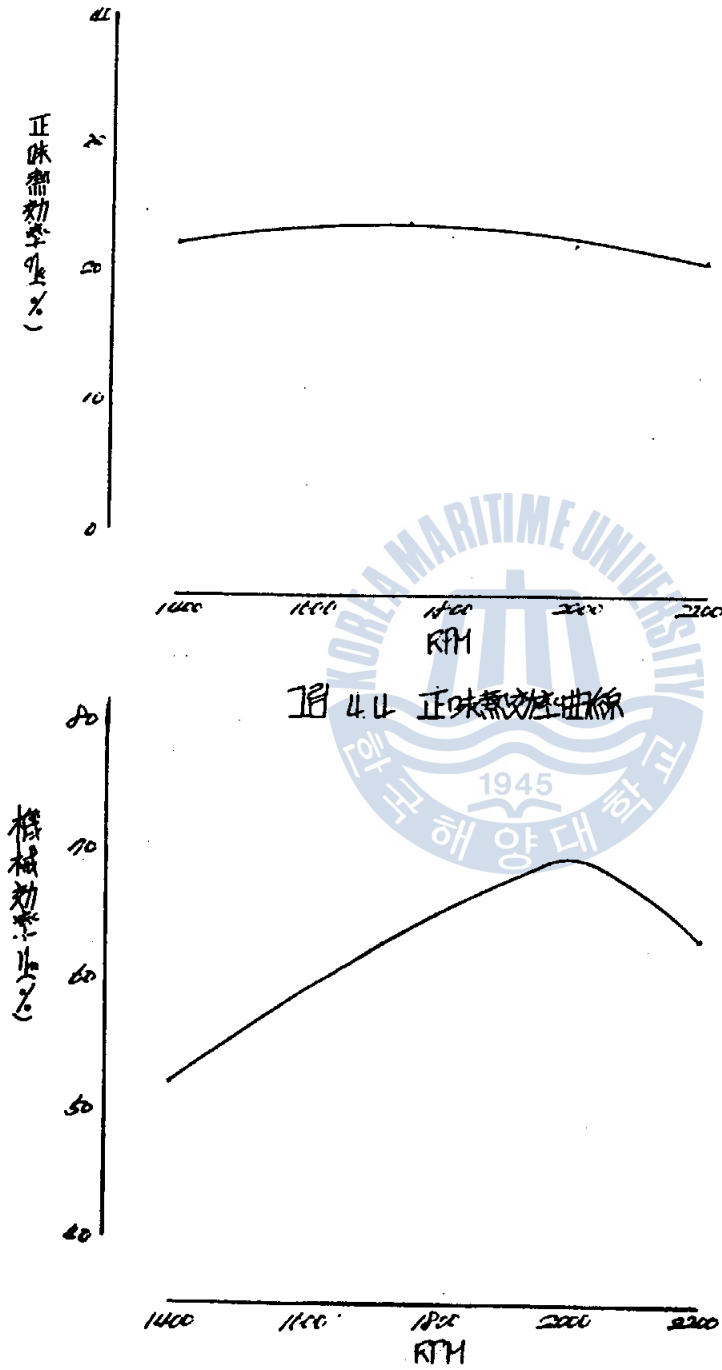


图 4.4 正味效率曲线

图 4.5 机械效率曲线

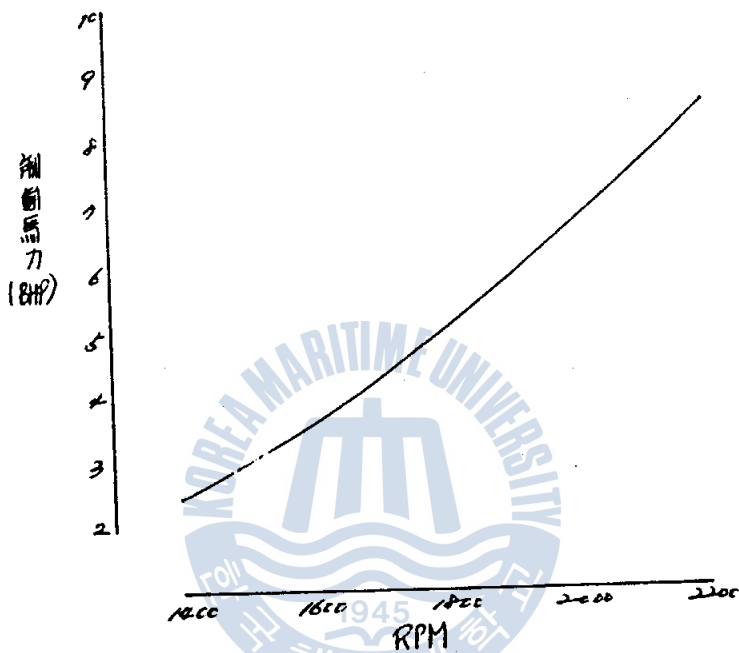


圖 4.6 制動馬力曲線

4.4 性能曲線圖

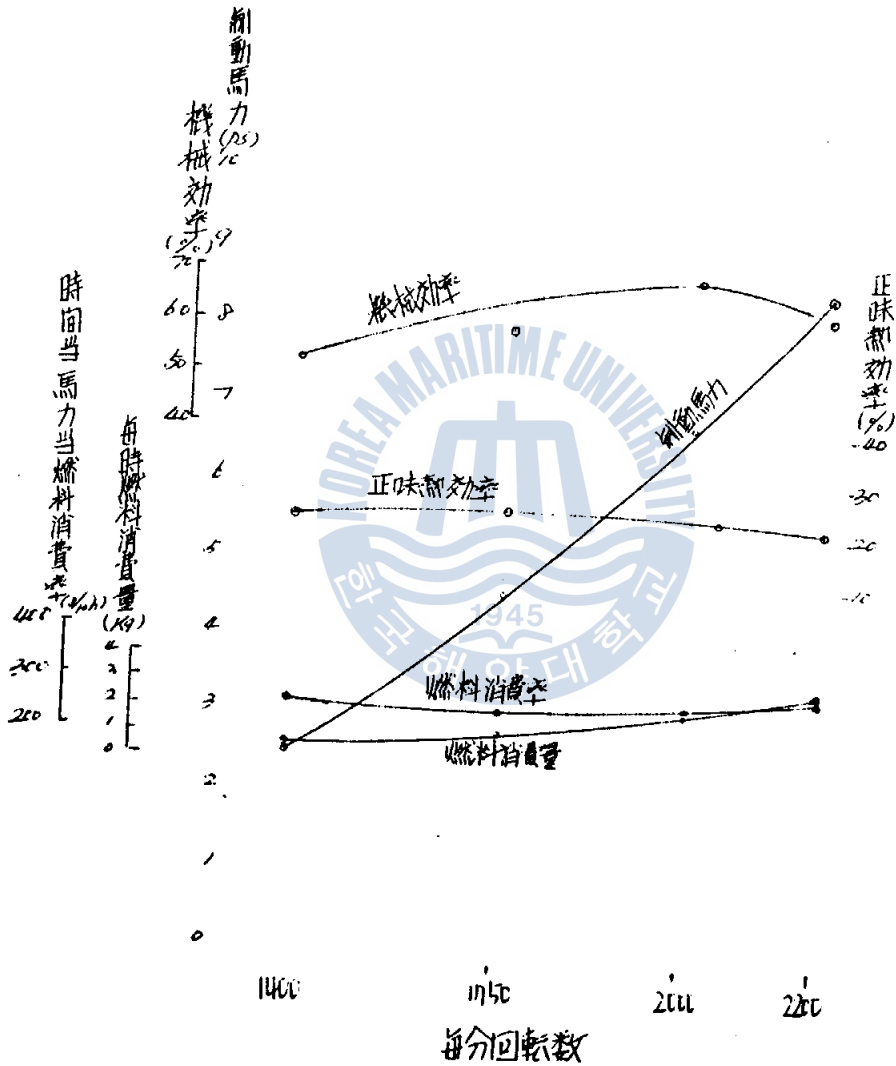


圖 4.7 供試機之性能曲線圖

5 結 論

의 實驗의 結果 性能曲線圖은 供試機閥의 性能을 分析하면 다음과 같다.

機閥의 經濟性을 比較는 數值는 燃料消費率을 基準로 考察하면 燃料消費率이 큰 1/4負荷와 1/2負荷에 比 機械效率와 正味熱效率이 低, 反面에 燃料消費率이 작은 3/4負荷와 1/4負荷에 比 機械效率와 正味熱效率이 反比例的으로 높게 나타났다. 이것은 큰 3/4負荷와 1/4負荷에 比 機閥을 運轉는 比 比 經濟的이라는 것을 證明해 주고 있다. 以上은 本供試機閥에 機械效率가 最大인 3/4負荷 附近에 比 運轉는 比 比 比 經濟的이라는 結論을 내릴 수 있다.

한편 一般指圧計(機械式指計)는 機閥의 高速으로 轉動하면 共振狀態가 나타나게 되어 精確한 記錄이 困難한데 反하여 本供試機閥에 比 機閥回轉數에 關係없이 轉動內 壓力의 平均的인 値를 正確히 記錄할 수 있는 點에 記錄紙가 3기 程度에 (세로 20cm x 가로 30cm) 確實한 計測值를 얻을 수 있는 長點이 있지만 本實驗의 供試機閥은 比 高速機閥에 比 受壓板運動의 遲延의 問題가 있고 또 轉動은 絶緣이 惡化는 等의 難點이 發見되었다.

b. 參考文獻

1) 全孝重. 內燃機圖講義. 一中社, 1953, 11P

2) 機圖科要諦 編纂委員會, 機圖士 HAND BOOK, 韓國海洋大學 海軍圖書出版部, 1990, 11P

3) 김우근·정영식·임영복, 小形4行程사이클 디젤機圖의 性能曲線作成에 關한 研究, 韓國海洋大學 船舶機軸研究會 論集 第1輯, 1953, 11P 33-8



```

1  REM 1/4 LOAD
10 DIM P(200)/THK(200),U(200),FS(200)
20 READ L,H,MM,N,H
30 PI=3.14159 ID=3.5 IC=2 IINMM=2.407 IANO=1.0332 IE=21
40 FOR I=0 TO L
50 P(I)=0
60 NEXT I
70 FOR I=L+1 TO H
80 READ P(I)
90 NEXT I
100 FOR I=0 TO MM
110 THK(I)=PI*(IX2-100)/100
120 UH=PI*DXDXS/M
130 U(I)=UH*(E-I)*(U1/2)*X(I)/I*MM-COR(CINMM/2-SIN(THK(I))*2)-COS(THK(I))
140 NEXT I
150 FOR I=MM+1 TO NN
160 P(I)=(K*(P(I-1)*X(I)/ANO)*X(U(I-1)/U(I))+1.4*ANO)/L
170 NEXT I
180 DATA 34,122,180,1400,4.5
190 DATA 0,1,0,2,0,3,0,4,0,5,0,6,0,7,0,8,0,9,1,1,1,1,2,1,4,1,3,1,0,1,9,2,2,2,4
,2,6,2,8,3,3,3,3,7,3,9,4,4,4,5,5,5,4,4,4,7,7,5,0,0,6,9,5,10,5,11,5,12,6,13,0,15,
17,17,21,9,24,27,31,35,37,43,47,50,5,54,59,61,63,64,5,64,62,5
200 DATA 61,8,67,72,74,72,60,40,50,50,50,45,41,30,35,32,29,5,27,5,25,5,20,5,21,0
,20,10,5,17,15,7,14,3,10,5,12,0,12,11,10,3,9,0,7,0,5,0,7,4,7,4,0,6,5,2,5,0,5,1,5
,4,3,4,2,4,3,0,3,6,0,5,2,0,2,1,9,2,9,2,0,2,7,2,0,2,5,2,4,2,2,2,2
205 DATA 2,1,2,2,2,1,2,1,0,1,7,1,7,1,6,1,6,
210 FOR I=0 TO NN
220 FS(I)=(P(I)+P(I-1))*X(I)/ANO)*X(U(I-1)/U(I))
230 NEXT I
240 HRP=0
250 FOR I=0 TO MM
260 FS=FS(I);HRP=HRP+FS
270 NEXT I
280 IHP=HRP*(75X100X2X60)
290 BHP=UX.25XMM*712.2
300 EFF=BHP/IHPX100
310 PRINT#1,"IHP=";IHP
320 PRINT#1,"BHP=";BHP
330 PRINT#1,"MECHANICAL EFF.=";EFF;"%"

```

```

IHP= 4.29325
BHP= 2.24798
MECHANICAL EFF.= 52.3606 %

```



```
1 RCM 2/4 LOAD
10 DIM P(200),TH(200),U(200),PS(200)
20 READ L,N,NH,N,I
30 PI=3.14159 :D=3.5 :S=7 :IHAN=2.407 :IAND=1.0332 :E=21
40 FOR I=0 TO L
50 P(I)=0
60 NEXT I
70 FOR I=L+1 TO N
80 READ P(I)
90 NEXT I
100 FOR I=0 TO NH
110 TH(I)=PI*(IX2-100)/100
120 UH=PI*XDXDXC/4
130 U(I)=(UH*(E-I)*(UH/2)*X(I)+IHAN-SOR(IHAN/2-SIN(TH(I))*2)-COS(TH(I)))
140 NEXT I
150 FOR I=H+1 TO NN
160 P(I)=((P(I-1)*S(IAND)*X(U(I-1)+U(I)))+1.4*IAND)*C
170 NEXT I
180 DATA 28,135,199,1750,7,367
190 DATA .1,.2,.3,.4,.5,.6,.7,.8,.9,1.1,1.1,1.2,.1,3,1.4,1.5,1.6,1.7,1.8,1.9,1.9,1
.9,2,2.1,2.4,2.7,2.9,3.3,2,3.6,3.9,4.4,3.4,3.5,2.5,3.3,3.9,7.1,9,9.2,9.5,10,2,11
.5,13,14,5,16,19,20,22,24,5,27,5,30,5,35,39,5,44,40,52,56,60,64
200 DATA 66,69,69,1,66,6,65,67,69,5,71,1,70,69,67,61,9,50,59,51,5,40,5,45,42,5,4
0,37,34,32,30,29,5,26,25,23,21,2,29,5,19,19,17,16,15,14,3,13,5,13,12,11,3,10,7,1
0,9,5,9,3,5,0,7,7,7,3,7,6,9,6,5,6,2,6,5,0,5,5,5,2,5,4,9,4,9,4,7
205 DATA 4,5,4,4,4,3,4,2,4,1,4,1,4,4,3,2,3,2,3,3,7,3,6,3,5,3,4,3,3,3,2,3,1,3
210 FOR I=0 TO NN
220 P(I)=((P(I)+P(I+1))*X(S(IAND)/2X(U(I+1)-U(I)))
230 NEXT I
240 IHP=0
250 FOR I=0 TO NN
260 PC=P(I):IHP=IHP+PC
270 NEXT I
280 IHP=IHP/N*(75X100X2X60)
290 BHP=U*.25XN/716.2
300 EFF=BHP/IHPX100
310 PRINT#1,"IHP=" IHP
320 PRINT#1,"BHP=" BHP
330 PRINT#1,"MECHANICAL EFF.=" EFF1 "%
```



IHP= 7.53594
BHP= 4.50023
MECHANICAL EFF.= 59.4391 %

```

1  REM 3/4 LOAD
10 DIM P(200),TH(200),UK(200),PS(200)
20 READ L,M,NH,N,H
30 PI=3.14159 ID=0.5 IC=2 IINH=2.407 IAMD=1.0332 IE=21
40 FOR I=0 TO L
50 P(I)=0
60 NEXT I
70 FOR I=L+1 TO M
80 READ P(I)
90 NEXT I
100 FOR I=0 TO NH
110 TH(I)=PI*(IX2-100)/100
120 UH=PI*(IX2-100)/4
130 UK(I)=(UH*(E-I)*(UH/2)*((I+INH)-COS(IINH-2-SIN(TH(I))))^2-COS(TH(I))))
140 NEXT I
150 FOR I=M+1 TO NH
160 P(I)=((P(I-1)*X.01AMD)*X(U(I-1)/UK(I)))*1.4 AMD)^1.0
170 NEXT I
180 DATA 01,162,186,2000,2,554
190 DATA 0,1,0,2,0,3,0,4,0,5,0,6,0,7,0,8,0,9,1,1,1,1,1,1,1,2,1,2,1,3,1,4,1,5,1,7,1
    .8,2,2,2,2,5,2,9,3,3,3,3,5,3,7,4,1,4,0,5,5,5,6,6,6,7,7,8,8,9,9,10,11,12,12,14,15
    .5,16,7,18,3,20,22,24,5,27,5,30,35,43,44,40,5,53,57,61,66,67,71
200 DATA 70,70,5,70,70,3,69,8,68,3,67,5,65,64,5,62,57,56,52,47,44,40,40,38,34,34
    .5,32,5,31,27,27,3,26,24,5,23,2,22,21,20,19,18,17,2,16,4,15,6,14,7,14,13,3,12,8,
    12,11,7,11,10,6,10,2,10,7,7,9,1,9,8,9,9,5,6,2,6,7,0,7,5,7,2,7
205 DATA 6,7,6,0,6,5,6,3,6,1,6,5,7,5,7,5,5,5,5,4,5,3,5,2,5,1,5
210 FOR I=0 TO NH
220 PS(I)=((P(I)+P(I+1))*X.012XAMD)^2*(U(I+1)-U(I))
230 NEXT I
240 HP=0
250 FOR I=0 TO NH
260 PS=PS(I);IHP=IHP+PS
270 NEXT I
280 IHP=IHP/NL*(75*100*2X60)
290 BHP=UX.25XN/716.2
300 EFF=BHP/IHP*100
310 PRINT#1,"IHP=";IHP
320 PRINT#1,"BHP=";BHP
330 PRINT#1,"MECHANICAL EFF.=";EFF;"%"

```

IHP= 9.55756
BHP= 6.66992
MECHANICAL EFF.= 69.7069 %

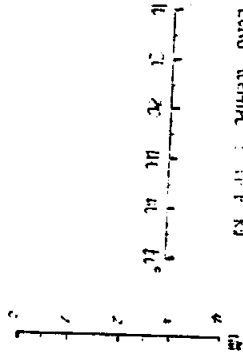
```
5 REM 4/4 LOAD
10 DIM P(200) , TH(200),U(200),PS(200)
20 READ L,M,NH,N,W
30 PI=3.14159;D=0.5;S=7 ;IHAM=2.407;ANO=1.0332 ;E=21
40 FOR I=0 TO L
50 P(I)=0
60 NEXT I
70 FOR I=L+1 TO M
80 READ P(I)
90 NEXT I
100 FOR I=0 TO NH
110 TH(I)=PI*(IX2-100)/100
120 UH=PI*XDXS/4
130 U(I)=(U(I-1)*(U(I-2)*X(I)*(IHAM-COR*(IHAM*2-SIN(TH(I)))^2)-COS(TH(I))))
140 NEXT I
150 FOR I=M+1 TO NH
160 P(I)=$((P(I-1)*D*ANO)* (U(I-1)/U(I))^1.4-ANO)/D
170 NEXT I
180 DATA 35,123,130,2200,11
190 DATA 0.0,1.0,2.0,3.0,4.0,5.0,6.0,7.0,8.0,9,1,1,1,1,2,1,3,1,5,1,7,1,9,1,9,2,2
.4,2.4,2.9,3.3,2,3.5,4,4,2,4,0,5,5.5,6,6,5,7,2,7,9,8,6,9,3,10,11,2,12,2,14,15,8,
17,2,19,21,5,24,27,30,34,38,43,47,53,57,62,66,69,72,71,9,70,8
200 DATA 71,1,72,1,72,71,5,69,5,67,64,61,57,54,51,2,49,46,5,44,2,42,5,40,38,36,5
,34,7,32,8,31,30,28,8,27,26,25,0,23,8,22,5,21,5,20,6,19,9,18,8,18,17,16,15,2,14,
8,14,13,5,13,12,8,12,2,11,9,11,5,11,10,9,10,5,10,2,10,9,8,9,5
205 DATA 9,2,9,8,9,8,8,8,7,3,6,8,5,8,4,8,1,8,7,9,7,8,7,7,7,6,7,5,7,4,7,3,7,2,7
210 FOR I=0 TO NH
220 PS(I)=$((P(I)+P(I+1))*D*(2*ANO)/2*(U(I+1)-U(I)))
230 NEXT I
240 HP=0
250 FOR I=0 TO NH
260 PS=PS(I); HP=HP+PS
270 NEXT I
280 IHP=HP*XN/(75X100X2X60)
290 BHP=HX.25XN/716.2
300 EFF=BHP/IHPX100
310 PRINT#1,"IHP=";IHP
320 PRINT#1,"BHP=";BHP
330 PRINT#1,"MECHANICAL EFF=";EFF;" %"
```

```
IHP= 10.3439
BHP= 0.44734
MECHANICAL EFF= 43.2713 %
```



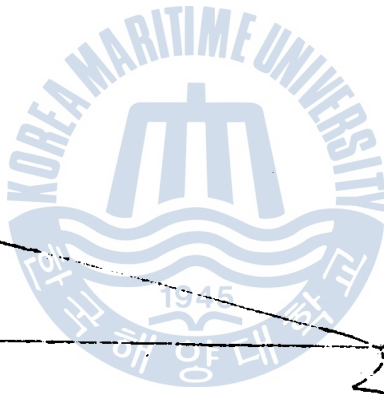
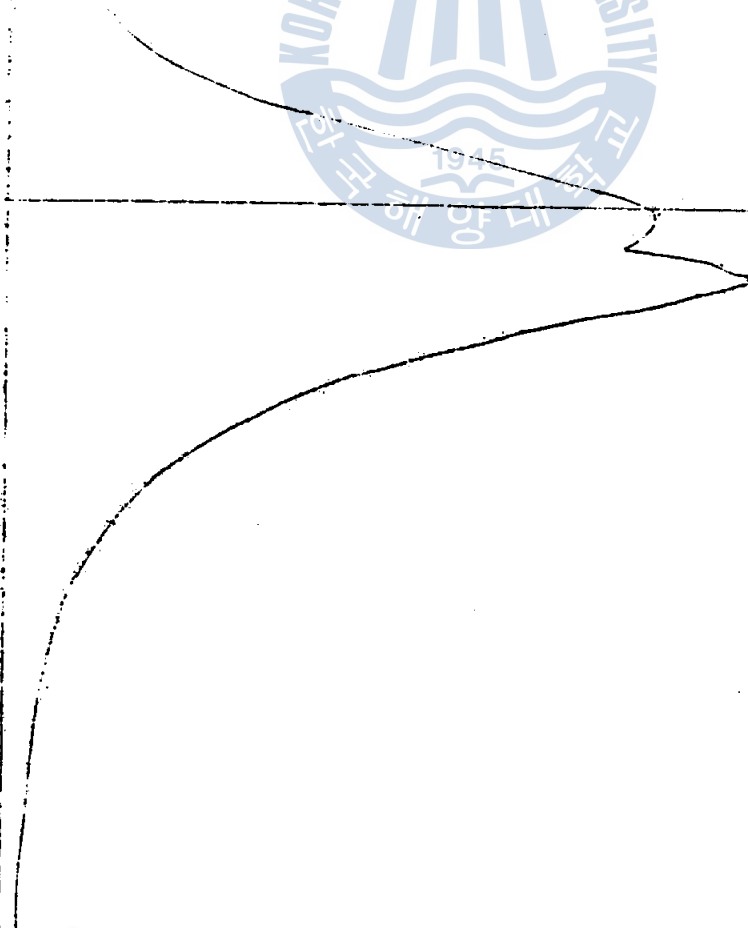

NAGANO KEIKI SEISAKUSHO CO., LTD. RESEARCH PLANT

CRANK ANGLE
GAS PRESSURE



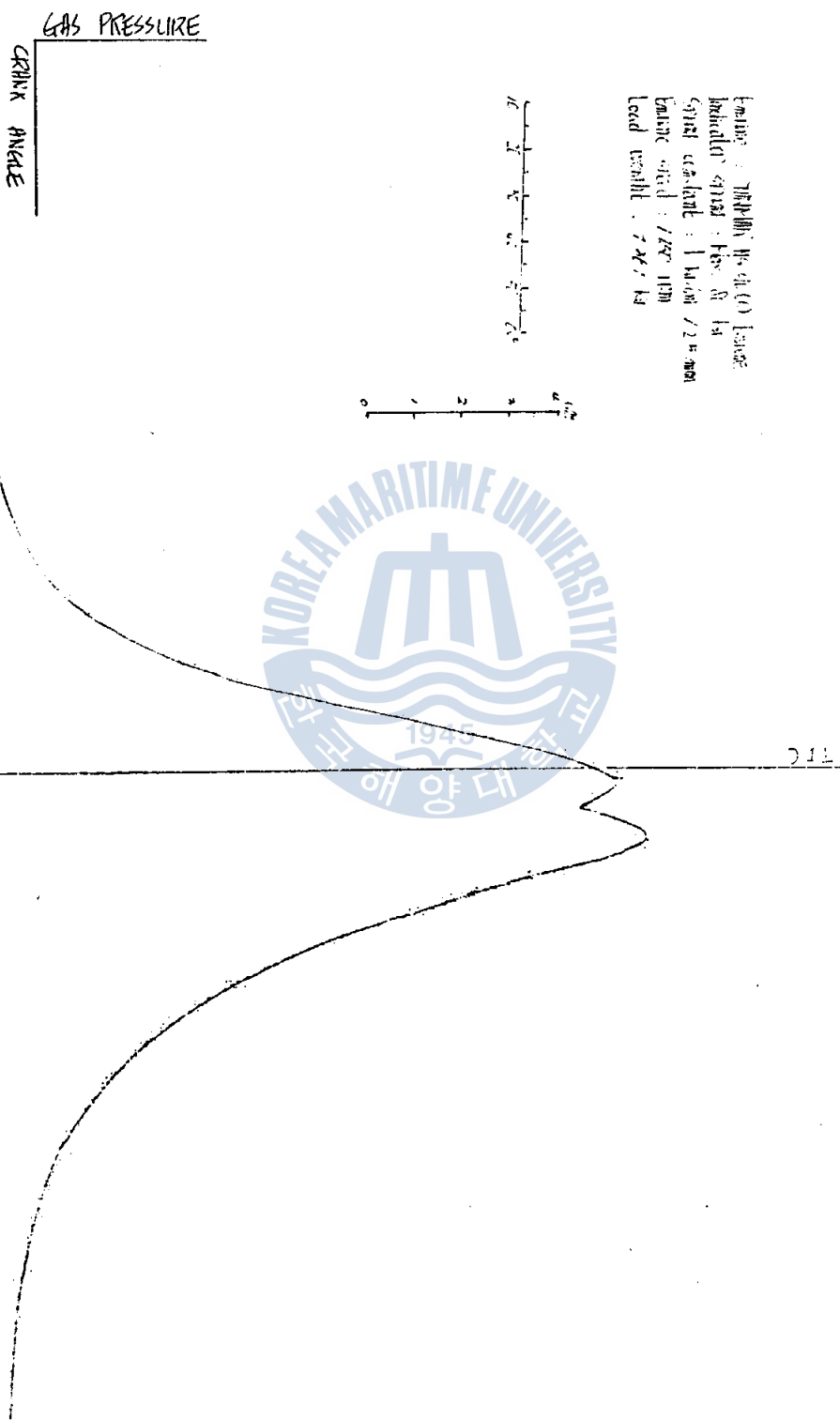
Engine : SHIMADA 115 cc (C) ENGINE
 Indicator spring : 1000 N/Kg
 cylinder capacity : 100 cc / 25 mm
 Engine speed : 1000 rpm
 Load weight : 100 kg

第1. 指示線図 (A)

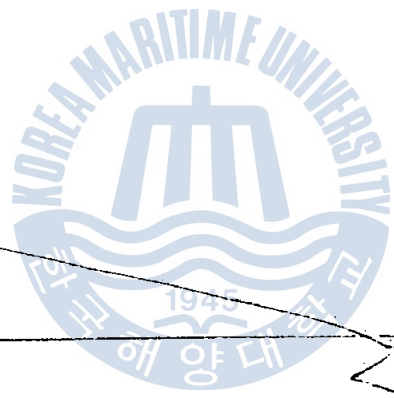


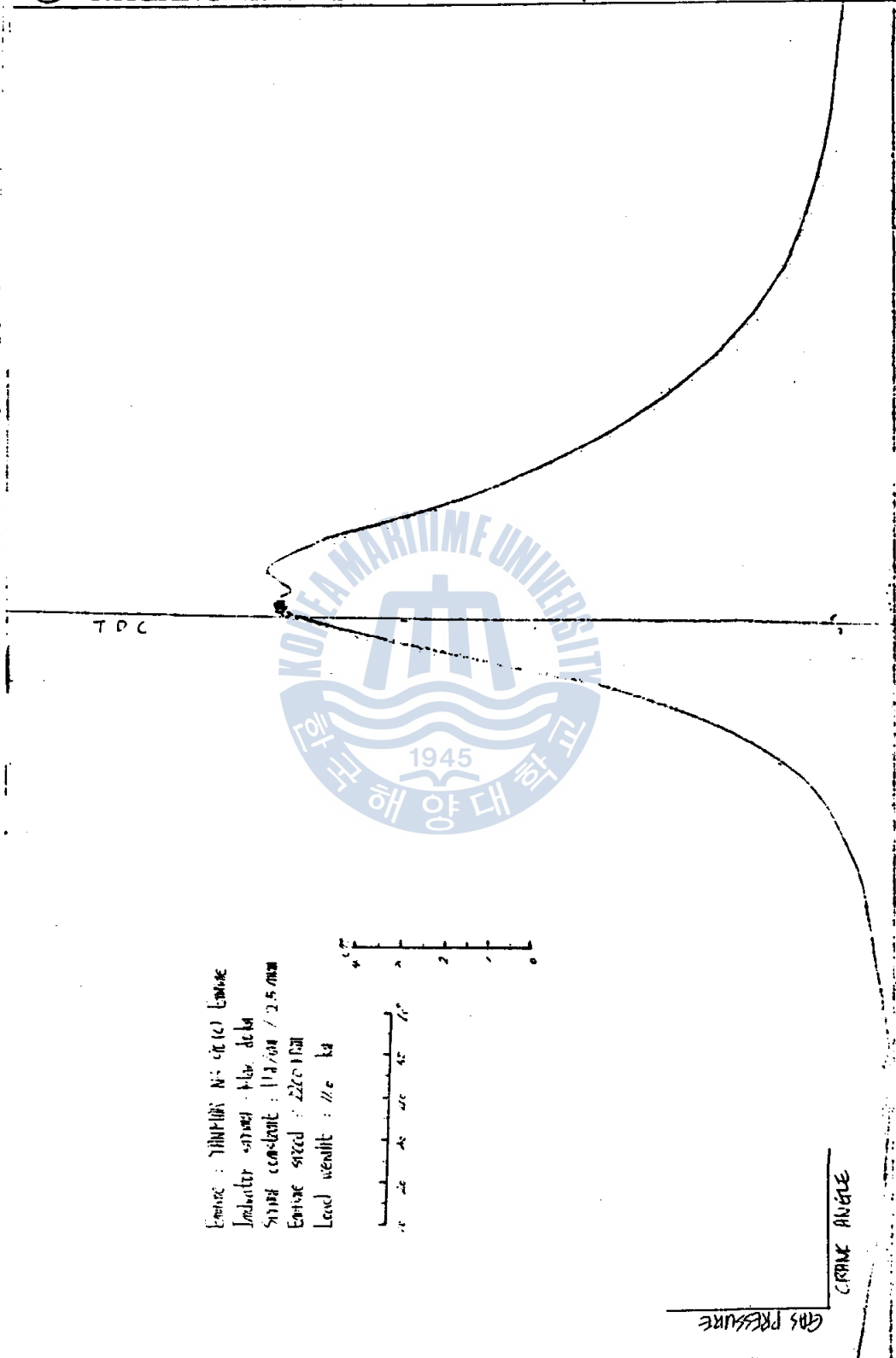
100

658 6-CHOME ARAJUKU OTA-KU TOKYO JAPAN
TEL (772) 2161-7



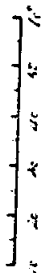
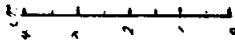
第1. 燃料圧力図 (B)





T.P.C.

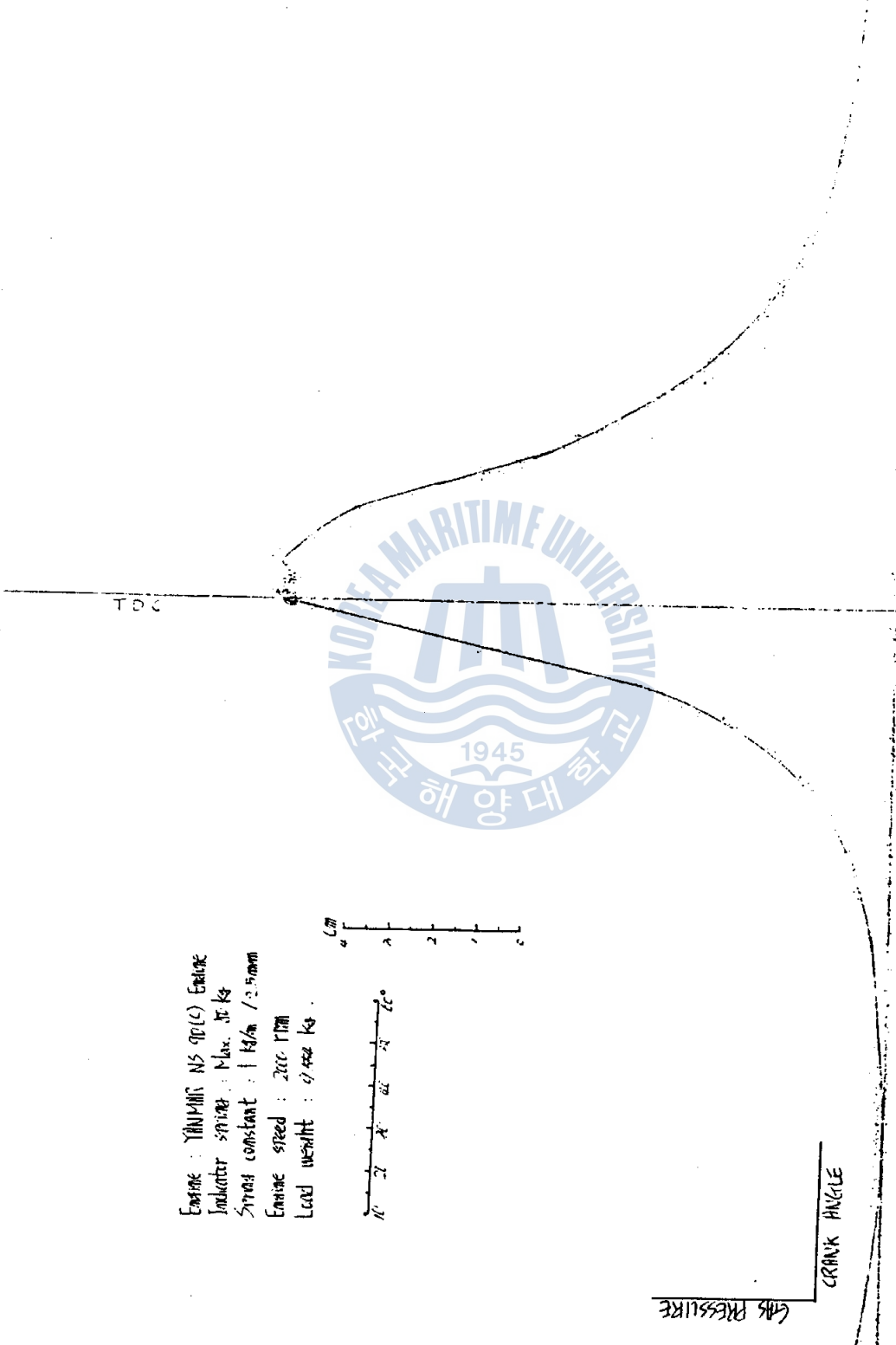
Emisek : 7111P1011 No. 01010 Emisek
 Jindanite saryosei : 1.16g deka
 Spring constant : 11.9700 / 2.5 mm
 Emisek sized : 2200 PPM
 Load weight : 11.0 ka



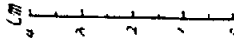
Gas Pressure

CRANE ANGLE

曲线: 電圧比電圧力 推圧線図 (D)



Engine : YANMAR NS 9D(C) Engine
 Indicator spring : Max. 30 kg
 Spring constant : 1 kg/mm / 2.5 mm
 Engine speed : 2000 RPM
 Load weight : 47.4 kg



指示線図 (C)

특. 환압도기록

GAS PRESSURE

CRANK ANGLE