



農用機関に対する燃料アルコールの利用(第4報) : パーソナルコンピュータを用いた燃焼解析装置

梅名, 英生
山本, 博昭

(Citation)

神戸大学農学部研究報告, 17(1):73-81

(Issue Date)

1986

(Resource Type)

departmental bulletin paper

(Version)

Version of Record

(JaLCD0I)

<https://doi.org/10.24546/00225590>

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/00225590>



農用機関に対する燃料アルコールの利用 (第4報)

パーソナルコンピュータを用いた燃焼解析装置

梅 名 英 生*・山 本 博 昭**

(昭和60年8月10日受理)

APPLICATION OF ALCOHOL FUEL FOR SPARKIGNITION ENGINE (4)

A Trial Manufacture of Combustion Analyzer using Personal Computer

Hideo UMEHA and Hiroaki YAMAMOTO

Abstract

The combustion analysis of sparkignition engine is necessary for the researches of substitution fuels. Recently, the combustion analyzing systems using minicomputer or microcomputer have been developed. But, these systems have not been used widely, and they were expensive. Authors tried to constitute the combustion analyzer and overall engine performance analyzing system by utilizing low cost general purpose microcomputer and high speed A/D convertor.

This report describes about the configuration of the system, flow chart of data sampling and processing function of combustion analysis and engine performance.

I 緒 言

代替燃料実用化研究において、供試燃料の燃焼特性を正確に把握することにより、その特徴を十分に生かし、短所を克服しうる運転条件を設定することは、極めて重要な課題である。しかし、前報^{1,4)}まで用いてきた、データレコーダ、シンクロスコープ、電磁オシロ等によるアナログ計測システムでは、その後のデータ処理に多大な労力と時間を要し、例えば、シリンダ内最高圧力値のサイクルごとの変動を統計的に処理すること等は困難を極めた。更に、複数のイオンプラグによるシリンダ内火炎の検出も、その膨大なデータ量のため、シリンダ内圧力及び諸機関性能との関連を十分に考察することができなかった。

供試機関のシリンダ内圧力のみを測定、解析する高速燃焼解析装置^{5,6)}は従来より市販されているが、高値で汎用性に乏しく、他目的使用への適用が難しい。燃料アルコールを農用機関へ用いた場合の燃焼状態、即ち、シリンダ内圧力及び火炎状態を把握し、それらと他の諸機関性能との関連を総括的に検討できる計測システムの開発が期待される。

本研究の目的遂行のための前段として、比較的安価で、他目的にも使用可能なパーソナルコンピュータと高速A/

D変換器を母体とした、内燃機関総合データ処理システム
考案、試作したので、^{4,7,9,10)}本報ではその内容を報告する。

II 計測装置及び方法

1. 供試機関及び計測装置

供試機関及び性能試験に関する各部の検出法は、前報で使用した物と同じでその概要を Fig. 1 に示す。回転数、動力計荷重、気化器絞り弁開度は、A/D変換器を介して直接コンピュータへ入力した。また、燃料消費時間、サージタンクノズル部の吸入空気差圧、排気ガス温度、プラグ座温度、潤滑油温度、供試燃料比重、室温、大気圧等は、キーボードにより入力した。

シリンダ内圧力と燃焼室壁面火炎の計測装置概要を、Fig. 2 に示す。圧力は、シリンダヘッドへ直接取り付けたひずみゲージ式指圧変換器で検出し、直流増巾器を経てA/D変換器へ入力した。火炎検出のため、直流60Vを印加した4本のイオンプラグを、点火プラグを起点に燃焼室壁面に直線状に配列したが、その信号は、1MΩの出力側負荷抵抗を介し、また、点火信号は供試機関のパルス信号を分流し、A/D変換器へ入力した。

圧力、イオンプラグ、点火プラグの信号採取には、A/D変換器へのクロック信号として1°ごとのクランク

* 自然科学研究科

** 農業動力学研究室

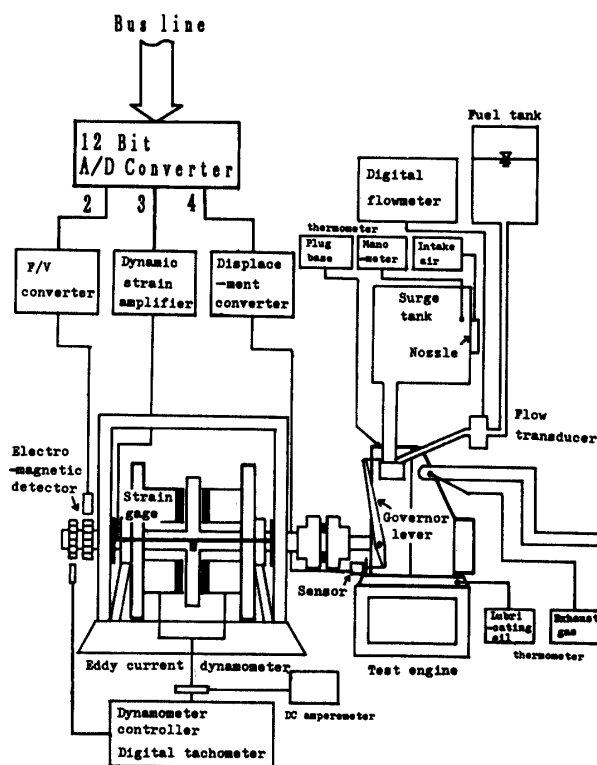


Fig. 1 Schematic drawing of experimental apparatus (1)

角信号と、測定開始のトリガ用として1パルス/回転の原点信号が必要となる。クランク角信号発生器には、1回転あたり360パルスと1パルスの2系統のパルス発生器を内蔵した光電式インクリメタル型ロータリーエンコーダ⁸⁾を使用し、クランク軸にタイミングベルトで連結した。

2. データ処理システム

コンピュータ、A/D変換器、周辺装置を含めたデータ処理システムの機成を Fig. 3 に示す。各種データ処理の中心となるコンピュータは、16ビットCPUを用いた機種で、その主要諸元を Table 1 に示す。記憶容量を増すために、RAMを標準仕様128KBから最大容量の640KBに増設し、データ解析に必要な計算の高速化を図るため、数値データプロセッサ (NDP) を追加した。データ記録は、本体内蔵のフロッピーディスクドライブを使用した。

A/D変換器の主要諸元を Table 2 に示す。分解能12ビット、総合最大変換時間 $22\mu\text{sec/CH}$ の逐次比較変換方法で、コンピュータの拡張用 I/Oスロットに取り付けた。

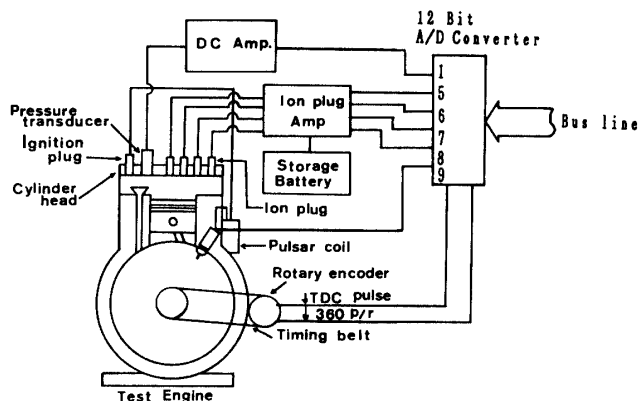


Fig. 2 Schematic drawing of experimental apparatus (2)

III データ採取と記録

データ採取時のフローチャートを Fig. 4 に示す。実験に関する必要項目及びデータ処理条件を入力後、計測を開始する。回転数、動力計荷重、気化器絞り弁開度の順でデータ採取を繰り返し、その都度平均値を求め、同時にトルク、出力も算出する。このデータ数は100個 (約10秒間) とした。

シリンダ内圧力及びイオンプラグ信号は、クランク軸の上死点信号でデータ採取を開始し、回転角 1° ごとに対応する圧力及びイオンプラグ信号をA/D変換した。各回転角に対応するデータを加算し、指定サイクル数 (100サイクル) 採取後、平均化した。

この平均値からは、最大圧力値のサイクル変動 (Pmax変動) が判らないため、各サイクルのシリンダ内圧力最大値を求めるプログラムを作成した。統計処理に必要な信頼限界を得るサイクル数は $300^{1), 12)}$ と言われるが、今回はデータ採取時間とRAM容量の制限から、平均シリンダ内圧力測定時と同様に100サイクルとした。

イオンプラグ信号は、シンクロスコープによる直接観察の結果、そのサイクルごとの変動が、シリンダ内圧力より激しい状態にあることが認められた。そこで、このイオンプラグ信号の変動と、燃焼状態の関連を考察するため、サイクルごとのイオンプラグ信号最小値を順に100サイクルずつ検出した。

以上のデータ採取に当たり、A/D変換器の作動と採取データのRAMへの書き込み部分は機械語を用い、全体の機成はBASICを使用した。

上記のデータ採取と平行して、燃料消費時間、吸入空気差圧、各種温度の計測を行い、その値は、実験終了後にキーボードより入力した。

全計測区のデータ採取完了と同時に、RAM上のデー

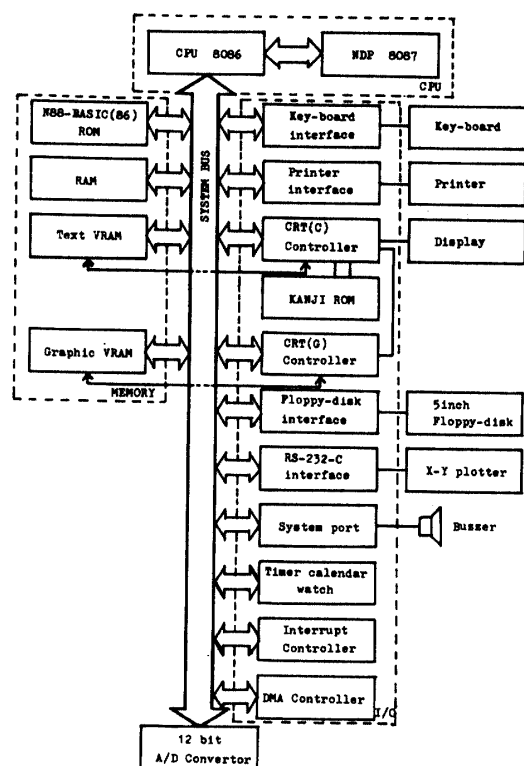


Fig. 3 System block diagram

Table 1 Specification of microcomputer

TYPE	NEC	PC-9801 F2
CPU	CPU	i-8086-2 compatible
	NDP	i-8087-2 compatible
	Clock	8 MHz/5 MHz
MEMORY	ROM	96 Kbyte (N86-BASIC, Monitor)
	RAM	640 Kbyte (VRAM 204 Kbyte)
INTERFACE	Key-board	Serial Parallel, JIS code
	Printer	Centronics type
	Floppy-disk	5 inch, Double side, Double density, Double track, 640 Kbyte×2
	RS-232-C	Baud-rate 75~9600 BPS
	CRT -Controller	Characters 80×25 Graphics 640×400 dot
POWER UNIT	Voltage	AC 100V±10%, 50/60Hz
	Power	80W Max.
CONDITION	Temperature	10~35 °C
	Humidity	20~80%

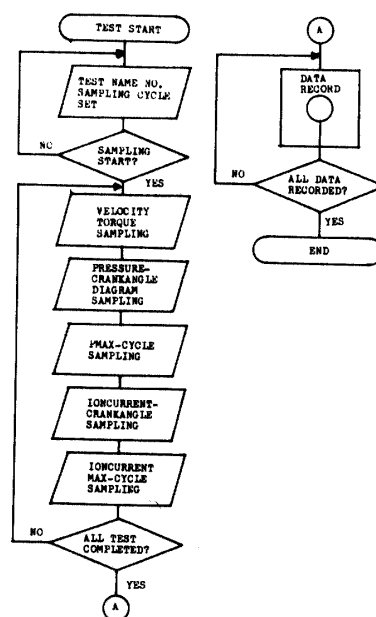


Fig. 4 Data sampling program flow chart

Table 2 Specification of successive approximation A/D convertor

Input Voltane	±10V, ±5 V, ±2.5V Bipolar +10V, +5 V Unipolar
Number of Input Channel	16 Single end, 8 Differential
Resolution	12 bit
Conversion Time	22 μsec/CH
Pacer Clock	160 μs, 640 μs, 1.6 ms, 6.4 ms 16 ms, 64 ms, 160 ms, 640 ms, 1.6 sec, External Clock
Input Impedance	100MΩ

タをフロッピーディスクへ収録する。収録データ量が多いため、データの扱いを通常のアスキーセーブからバイナリーセーブへ変更し、収録所要時間を 1/4、スペースを 1/2 に縮めるよう配慮した。

IV データ解析に用いた計算式

1. 一般性能計算

まず、全測定区に共通な条件として、乾球温度 T_{dry} (°C), 湿球温度 T_{wet} (°C), 大気圧 P_{atm} (mmHg), 供試燃料比重, 供試燃料名を入力し、相対湿度 ϕ (%), 飽和蒸気圧 P_s (mmHg), 水蒸気平均比重 γ_w (kg/m³), 供試燃料の低発熱量 H_u (kcal/kg) 理論混合比 R_o を設定した。

吸入空気の比重量 r_{air} (kg/m^3) は次式で算出した。

$$r_{\text{air}} = 1.293 \cdot \frac{P_{\text{atm}} - \varphi \cdot P_s}{760} \cdot \frac{273}{273 + T_{\text{dry}}} + \varphi \cdot r_w \quad (1-1)$$

軸出力を標準状態（大気圧760mmHg, 温度20℃, 湿度65%）に換算する修正係数 k_o は次式を用いた。

$$k_o = \frac{749}{P_{\text{atm}} - \varphi \cdot P_s} \sqrt{\frac{273 + T_{\text{dry}}}{293}} \quad (1-2)$$

続いて、燃料消費時間 t (sec), 吸入空気差圧 P_{air} (mmAq), 排気ガス温度 T_{gas} (℃), プラグ座温度 T_{plug} (℃), 潤滑油温度 T_{oil} (℃) を測定番号順に入力した。

回転数, トルク, 出力, 気化器絞り弁開度は, データ採取時に, 各計測装置の出力電圧から換算の後, データディスクに収録したが, 以下その換算例を挙げる。

回転数 N (rpm) は, F/V 変換器の入力周波数/出力電圧の比を k_1 とすると, 測定電圧 V_1 (V) から (1-3) 式で求めた。

$$N = k_1 \cdot V_1 \quad (1-3)$$

今回は, 1 (KHz) の入力周波数で, 1.000 (V) の出力電圧が得られたので $k_1 = 1000$ とした。

トルク T ($\text{kgf} \cdot \text{m}$) は, 動ひずみ計出力電圧と動力計荷重の比を k_2 とすると, 動力計腕長が 0.289 (m) であることから, 動ひずみ計出力電圧 V_2 (V) より

$$T = 0.289 \cdot k_2 \cdot V_2 \quad (1-4)$$

更に出力 L (PS) は (1-5) 式で算出した。

$$L = \frac{k_2 \cdot N \cdot V_2}{3000} \quad (1-5)$$

なお, ひずみ計出力電圧, ひずみ量, 動力計荷重の間の関係は検定の結果 $5.00(\text{V}) = 300 \times 10^{-6}$ (ひずみ) $= 300/42.5$ (kg) であったので, $k_2 = 60/42.5$ となった。修正トルク, 修正出力は, (1-2) 式で求めた修正係数 k_o を T, L に掛けて求めた。

同様に, 気化器絞り弁開度 C (%) は, 変位計出力電圧と絞り弁開度の比を k_3 とすると, 測定電圧 V_3 より

$$C = k_3 \cdot V_3 \quad (1-6)$$

で得られる。検定の結果, 絞り弁開度 100 (%) のとき, 変位計出力は 5.00 (V) であったので, $k_3 = 20$ を用いた。燃料消費量 F (l/h), 燃料消費率 f (g/PS·h), 燃料馬力 L_f (PS), 正味熱効率 η_e (%), 軸平均有効圧力 P_e (kgf/cm^2) は, 測定燃料の容量を b

(cc), 供試機関の行程容積を V (l) とすると, 各々以下の式で算出した。

$$F = \frac{3600}{1000} \cdot \frac{b}{t} \quad (1-7)$$

$$f = 1000 \cdot \frac{F \cdot r}{L} \quad (1-8)$$

$$L_f = \frac{F \cdot H_u \cdot r}{632.6} \quad (1-9)$$

$$\eta_e = \frac{632.6 \cdot L}{F \cdot H_u \cdot r} \cdot 100 \quad (1-10)$$

$$P_e = \frac{60 \cdot 75 \cdot L}{10 \cdot V \cdot N} \quad (1-11)$$

吸入空気量 G_s (kg/sec), 充てん効率 η_c (%), 体積効率 η_v (%), 空燃比 R , 空気過剰率 λ , 当量比 β は, サージタンクノズル係数 0.822, ノズル直径 d (m), 標準状態の湿り空気比重量を r (kg/m^3) とし, 以下の式で算出した。

$$G_s = 0.822 \cdot \pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot \sqrt{2g \cdot r_{\text{air}} \cdot P_{\text{air}}} \quad (1-12)$$

$$\eta_c = \frac{60 \cdot G_s}{r_o \cdot N \cdot V} \quad (1-13)$$

$$\eta_v = \frac{60 \cdot G_s}{r_{\text{air}} \cdot N \cdot V} \quad (1-14)$$

$$R = \frac{3600 \cdot G_s}{F \cdot r} \quad (1-15)$$

$$\lambda = \frac{R}{R_o} \quad (1-16)$$

$$\beta = \frac{1}{\lambda} = \frac{R_o}{R} \quad (1-17)$$

排気ガス量 G_g (kg/sec) は (1-18) 式で算出し, 排気ガス温度 T'_{gas} (℃), プラグ座温度 T'_{plug} (℃), 潤滑油温度 T'_{oil} (℃) については, 熱電対にゼロ基準接点を設けてないため, (1-19)~(1-21) 式に示すように, 実測値に乾球温度を加えて計算した。

$$G_g = G_s + \frac{F \cdot r}{3600} \quad (1-18)$$

$$T'_{\text{gas}} = T_{\text{gas}} + T_{\text{dry}} \quad (1-19)$$

$$T'_{\text{plug}} = T_{\text{plug}} + T_{\text{dry}} \quad (1-20)$$

$$T'_{\text{oil}} = T_{\text{oil}} + T_{\text{dry}} \quad (1-21)$$

以上の項目は、一度入力、計算させれば、結果がデータディスクに保存され、以後、測定番号の指定だけで、ディスプレイあるいはプリンタで参照可能とした。

2. シリンダ内圧力の解析

(1) 平均シリンダ内圧力—クランク角度線図

シリンダ内圧力 $P_i(\theta)$ を、指定サイクル数 M まで連続して採取し、(2-1) 式で平均化した $P(\theta)$ をクランク軸回転角度に対応させて表示した。

$$P(\theta) = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M P_i(\theta) / M \quad \text{--- (2-1)}$$

データには、クランク角 0° が吸気行程開始時に対応する場合と、爆発行程開始時に対応する場合が含まれる。そこで、クランク角 0° の圧力が 360° の圧力より大きい場合は、クランク角の位相を 360° ずらし、以後は、クランク角 360° が必ず燃焼の中心位置と対応するよう統一した。また、ひずみゲージ式指圧変換器をシリンダヘッドに直接取り付け使用すると、変換器受圧膜とその支持部周辺、取り付け部の熱ひずみにより、ゼロ点が負の方向へ移動する現象が発生する。これは冷却水の通水でも避けられず、移動量は温度上昇、すなわち負荷の大きさとほぼ比例する。対策として、取り付け部の温度を検出し、ゼロ点移動量を自動的に補償する方法¹³⁾も考えられるが、今回はデータ処理時に、クランク角度が下死点の吸気行程最後の位置で、シリンダ内圧力が大気圧と等しくなるよう補正した。

(2) 平均シリンダ内圧—シリンダ容積線図

シリンダ容積の算出は以下の方法で行った。供試機関のコネクティングロッド長を l 、クランク半径 r 、リンク比 $LR = l/r$ とすると、上死点からのピストン位置 x は (2-2) 式で表わされる。

$$x = r(1 - \cos \theta) \left\{ 1 + \frac{1}{1 - \cos \theta} (LR - \sqrt{LR^2 - \sin^2 \theta}) \right\} \quad \text{--- (2-2)}$$

ストロークを S とする $S = 2r$ より (2-2) 式は

$$x = \frac{S}{2} \left\{ (1 - \cos \theta) + LR \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{\sin \theta}{LR} \right)^2} \right) \right\} \quad \text{--- (2-3)}$$

燃焼室容量を V_c 、行程容積 V_h 、圧縮比 ϵ 、シリンダ内径 d とすると、シリンダ容積 V は (2-4) 式で求められる。

$$\begin{aligned} V &= V_c + \pi \left(\frac{d}{2} \right)^2 \cdot \frac{S}{2} \left\{ (1 - \cos \theta) \right. \\ &\quad \left. + LR \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{\sin \theta}{LR} \right)^2} \right) \right\} \\ &= V_h \left(\frac{1}{\epsilon - 1} \right) + V_h \cdot \frac{1}{2} \left\{ (1 - \cos \theta) \right. \\ &\quad \left. + LR \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{\sin \theta}{LR} \right)^2} \right) \right\} \quad \text{--- (2-4)} \end{aligned}$$

実際のシリンダ容積の計算には (2-4) 式を無次元化した (2-5) 式を用いた。

$$\begin{aligned} V(\theta) &= V / V_h = \frac{1}{\epsilon - 1} + \frac{1}{2} \cdot \left\{ (1 - \cos \theta) \right. \\ &\quad \left. + LR \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{\sin \theta}{LR} \right)^2} \right) \right\} \quad \text{--- (2-5)} \end{aligned}$$

(3) 熱発生率、圧力上昇率

シリンダ内での燃焼状態を把握するために、熱発生率 $dQ/d\theta$ を求めた。計算範囲は TDC 前後が最も激しい燃焼状態にあることから上死点前 (BTDC) 45° から上死点后 (ATDC) 135° の 180° 間とした。

仕事の熱当量を A 、比熱比を κ とすると熱発生率 $dQ/d\theta$ は (2-6) 式³⁾で算出した。

$$\frac{dQ}{d\theta} = \frac{A}{\kappa - 1} \left(\kappa \cdot P(\theta) \cdot \frac{dV}{d\theta} + V(\theta) \cdot \frac{dP}{d\theta} \right) \quad \text{--- (2-6)}$$

(2-6) 式中の $V(\theta)$ は (2-5) 式より求められ、 $dP/d\theta$ は圧力上昇率で (2-7) 式より求めた。

$$\frac{dP}{d\theta} = \frac{P(\theta - 2) - 8 \cdot P(\theta - 1) + 8 \cdot P(\theta + 1) - P(\theta + 2)}{12 \cdot \Delta \theta} \quad \text{--- (2-7)}$$

この圧力上昇率はノッキングの発生を知るために有効である。熱発生率、圧力上昇率ともに、その最大値と対応クランク角度も算出させた。

(4) 燃焼質量割合

熱発生率を積分したもの¹¹⁾で、燃焼の時間経過を見るのに適している。燃焼開始点のクランク角を a 、終了点

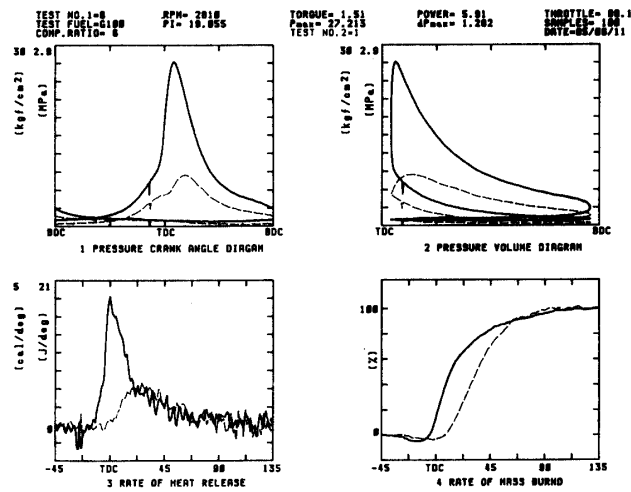


Fig. 5 Result of combustion analyzing (1)

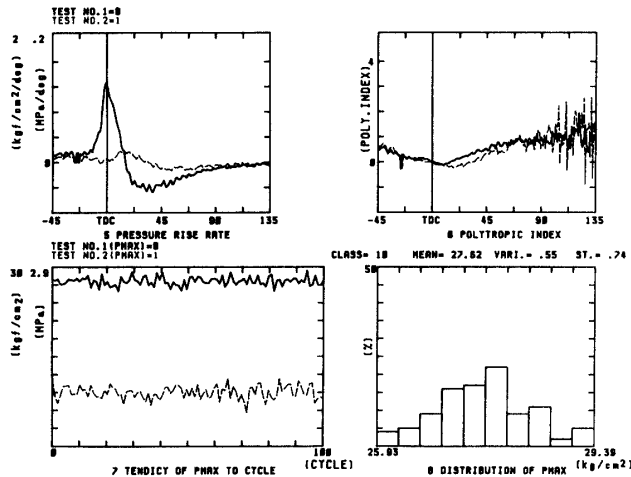


Fig. 6 Result of combustion analyzing (2)

を b とすると燃焼質量割合 $X(\theta)$ は

$$X(\theta) = \frac{\sum_a^{\theta} dQ}{\sum_a^b dQ} \quad (2-8)$$

燃焼開始点 a は点火時期の BTDC23°, 終了点 b は TDC 経過後 $dQ/d\theta$ が負になった位置とした。

(5) ポリトロップ指数

対数軸で平均シリンダ内圧力-シリンダ容積線図を描いた場合、その傾斜からポリトロップ指数が求められるが、BTDC45°~ATDC135°で連続した値を求めるため (2-9) 式を用いた。

$$\text{POLY.}(\theta) = -\log \left(\frac{P(\theta)}{P(\theta+1)} \right) / \log \left(\frac{V(\theta)}{V(\theta+1)} \right) \quad (2-9)$$

(6) 図示平均有効圧力

平均シリンダ内圧力は、クランク角 0° が吸気行程開始、360° が爆発行程に対応しているため、爆発行程を PIA, 排気行程を PIB, 吸気行程を PIC, 圧縮行程を PID, クランク角の増分を ΔX とすると、図示平均有効圧力 PMI 及びポンプ損失 P.L. は (2-10), (2-11) 式で求められる。

$$\begin{aligned} \text{PMI} &= \frac{\text{PIA} - \text{PID}}{\sum_{\theta=0}^{180} \Delta X(\theta)} \\ &= \frac{\sum_{\theta=360}^{539} (P(\theta) + P(\theta+1)) \cdot \frac{\Delta X}{2}}{\sum_{\theta=0}^{180} \Delta X(\theta)} \\ &= \frac{\sum_{\theta=180}^{359} (P(\theta) + P(\theta+1)) \cdot \frac{\Delta X}{2}}{\sum_{\theta=0}^{180} \Delta X(\theta)} \quad (2-10) \end{aligned}$$

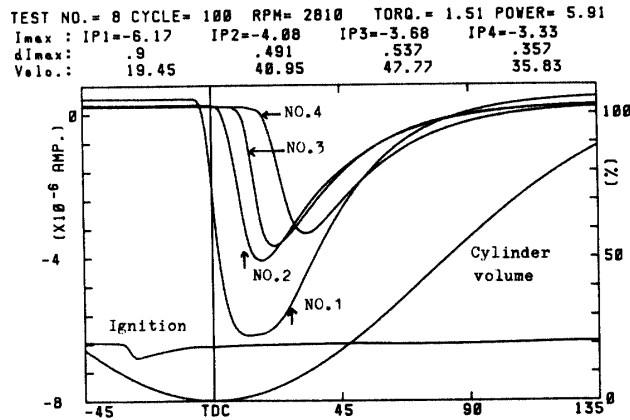


Fig. 7 Ion current-crank angle diagram

$$\begin{aligned}
 P.L. &= \frac{PIC - PIB}{\sum_{\theta=0}^{180} \Delta X(\theta)} \\
 &= \frac{\sum_{\theta=0}^{179} (P(\theta) + P(\theta+1)) \cdot \frac{\Delta X}{2}}{\sum_{\theta=0}^{180} \Delta X(\theta)} \\
 &= \frac{-\sum_{\theta=540}^{719} (P(\theta) + P(\theta+1)) \cdot \frac{\Delta X}{2}}{\sum_{\theta=0}^{180} \Delta X(\theta)} \quad \text{--- (2-11)}
 \end{aligned}$$

(7) 圧力最大値—サイクル図

各サイクルごとの圧力最大値を、採取順に並べることで、圧力の変動状態を連続的に観察可能となった。

(8) 圧力最大値分布図

各サイクルの圧力最大値をヒストグラム化して、その分布を明らかにさせたものである。データの最小値と最大値の間を10等分割したもので、同時にデータの平均値、分散、標準偏差、変動係数も算出させた。

以上の解析結果をX-Yプロッタで作図させた例を、Fig. 5 と Fig. 6 に示した。両者とも圧縮比 6.0, ガソリン使用時の負荷試験で、実線が最大トルクの発生時の2800 rpm, 点線は無負荷最高回転数に近い4100 rpm の場合である。

3. イオンプラグ信号の解析

(1) 平均イオン電流—クランク角度線図

イオンプラグ信号は、電圧 (V) で測定しているが、単位を (μA) に変更すれば、イオン電流に換算できるよう、回路の定数を設定した。電流は負方向に流れてい

るが、以後電流値を考察する際は、絶対値を扱うこととした。

平均イオン電流は (2-1) 式を用い、 $P_i(\theta)$ の代わりに実測イオン電流値 $I_i(\theta)$ を用いて計算した。処理すべきデータは、イオンプラグNo.1~4と点火信号の5種であるが、イオン電流は火炎が存在しない排気及び吸気行程では、ゼロ基準線と重なったままであるので、爆発行程前後BTDC45°~ATDC135°の部分のみを扱うようにし、処理すべきデータ数の削減を図った。同時に各プラグのイオン電流最大値とその対流クランク角、(2-7) 式を用いて計算したイオン電流上昇率最大値とその対応クランク角も算出させた。

(2) 火炎伝ば速度

イオンプラグは、点火プラグを起点に30, 17, 17, 17 (mm) の間隔で直線状に取り付けた。従って、各イオンプラグで検出したイオン電流の時間間隔が判れば、燃焼室壁面にそった平均火炎伝ば速度が算出される。

イオン電流波形のどの部分で時間間隔を測定するかの問題は、最大値を採用することで、燃焼条件によって波形が重なり合う場合も出現するので、イオン電流が流れ始めた直後、ゼロ基準線から-0.3 (μA) 以下になった最初のクランク角を検出した。

隣接するイオンプラグで検出されたイオン電流間のクランク角度差を $\Delta\theta$ (°), 回転数 N (rpm), プラグ間の距離 l (mm) とすると、時間間隔 Δt (sec) は (3-1) 式で、平均火炎伝ば速度 v (m/sec) は (3-2) 式で求められる。

$$\Delta t = \frac{\Delta\theta}{360 \times \frac{N}{60}} = \frac{\Delta\theta}{6N} \quad \text{--- (3-1)}$$

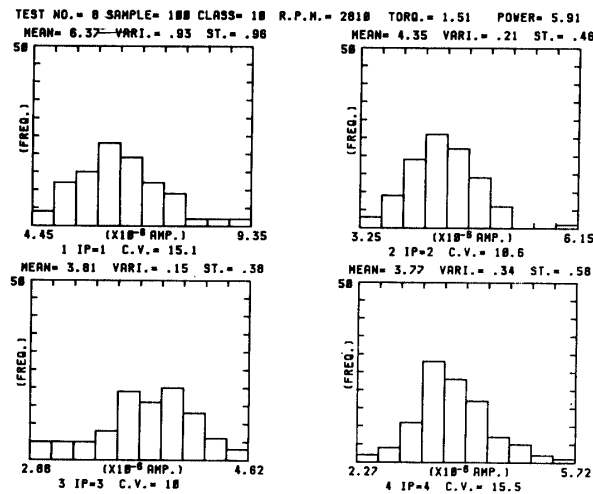


Fig. 8 Maximum ion current histogram

$$v = \frac{l \times 10^{-3}}{\Delta t} = \frac{6N \cdot l \times 10^{-3}}{\Delta \theta} \quad (3-2)$$

Fig. 7 は Fig. 5, Fig. 6 と同じ最大トルクの発生時のイオン電流波形と点火信号, シリンダ容積の作図例である。左側より順にイオンプラグNo. 1 ~ 4 の波形で, 下側が点火信号である。点火から火炎が燃焼室壁面を伝わり, 点火プラグから遠ざかるにつれ, 電流値が低下してゆく傾向が明確に現われている。図の上部に記載した項目は, 測定番号, サイクル数, 回転数, トルク, 出力及びイオンプラグNo. 1 ~ 4 の最大イオン電流値 (絶対値を取る前のため負の符号付), イオン電流上昇率最大値, 火炎伝ば速度である。

(3) イオン電流最大値

シリンダ内圧力最大値の場合と同様に, 階級を10として, 各イオンプラグ信号のヒストグラムを作成した。

Fig. 8 はその一例で, 測定条件は Fig. 5 ~ 7 と同じである。

V. 今後の展望

今回使用したコンピュータとA/D変換器は, 内燃機関の性能計測専用器ではないため, 実用に際していくつかの問題点が生じた。一つは, 供試機関の点火雑音混入に上るデータ採取トリガの誤動作で, これは, 本来TDC位置で開始されるべきデータ採取が, 点火時期BTD C23°で開始される現象である。また, 点火雑音が圧力信号にも混入し, 圧力データに特異な値が記録される現象もあった。更に, 他の電気機器の使用による電源系からの雑音でコンピュータが誤動作することもあった。従っ

て, これらの装置を使用するには, 入力信号, 電源両者に特に十分な雑音防止対策が必要である。

性能計測については, 現在キーボードより入力している燃料消費時間, 吸入空気差圧, 排気ガス温度, プラグ座温度, 潤滑油温度等の項目もA/D変換すれば, 計測の自動化が推進される。1回の測定区を完了する度に, 正味熱効率, 当量比まで算出, 参照できれば, 混合気濃度を変更する実験の場合, その精度と能率の大幅な向上が期待される。更に, D/A変換器を追加し, コンピュータ側から動力計制御装置を作動させれば, 供試機関の始動, 測定開始回転数の設定以外は, 全て自動的に計測, 操作が行えるようになる。全自動計測が可能になれば, 従来の手動による計測に比較して, 所要時間, 精度, 安全性などの面で飛躍的な改善が見込まれる。

VI. 摘 要

燃料アルコールを農用機関に用いた場合の燃焼特性を把握するには, シリンダ内圧力及び火炎の詳細な変動を明らかにし, 機関諸性能との関連を総括的に検討できる計測, データ処理システムが必要となる。そのため, パーソナルコンピュータと高速A/D変換器を用いた比較的安価なデータ処理システムを考案, 試作したが, その結果, 従来の計測方法では得られなかった多くの測定項目が, 高速かつ高精度に算出可能となった。

1. 16ビットパーソナルコンピュータと12ビットA/D変換器を用い, クランク角度1°ごとのシリンダ内圧力及びイオンプラグ信号を, 指定サイクル数まで連続採取することができた。その結果, 平均化演算, サイクルごとの圧力最大値, イオン電流上昇率, 燃焼室壁面火炎伝

ば速度、サイクルごとのイオン電流最大値変動等を容易に図示することが可能となった。

2. シリンダ内圧力データを利用し、 $P-\theta$ 、 $P-V$ 線図を始め、圧力上昇率、熱発生率、燃焼質量割合、ポリトロプ指数等を直ちに算出することができ、サイクルごとの圧力最大値からは、標準偏差、分散、変動係数などの計算が可能となった。それら相互の値を比較、検討することにより、供試燃料や運転条件の変更が燃焼特性に及ぼす影響を明確に把握することが可能となった。

3. 回転数、動力計荷重、気化器絞り弁開度も A/D 変換器を通して計測したので、これらの値は測定直後に参照可能となり、その他の性能項目も極めて容易な操作で、短時間に算出可能となった。そのため、実験の進行と性能計算の精度は大幅に改善された。

4. データ及び解析結果の両者が収録、保存できるため、従来の装置で困難であった異なる実験区との比較、検討が容易となり、代替燃料研究に適した解析が可能となった。

参 考 文 献

- 1) D. R. Lancaster, R. B. Krieger, J. H. Lienesch SAE Paper, 750026
- 2) 五味努, ガソリンエンジン, 自動車工学全書(4), 381-384, 山海堂, 1980
- 3) 石井豊吉, 野口行雄, 内燃機関, 14, (173), 21-30, 1975
- 4) 紺谷和夫, 機械技術研究所所報, 29, (3), 18-34, 1975
- 5) 前田利重, 佐々木徹, 内燃機関, 20, (251), 20-26, 1981
- 6) 前田利重, 佐々木徹, 平河内信義, 山崎哲, 内燃機関, 23, (293), 46-50, 1984
- 7) 小倉勝, 丹波次郎, 牧野総, 内燃機関, 22, (277), 9-17, 1983
- 8) 岡崎忠雄, 内燃機関, 15, (184), 34-40, 1976
- 9) 篠山鋭一, 柳原茂, 機械技術研究所所報, 28, (1), 17-30, 1974
- 10) 戸田忠秀, 野平英隆, 許斐敏明, 石山忍, トヨタ技術, 25, (4), 328-339, 1976
- 11) 戸田忠秀, 野平英隆, 許斐敏明, 石山忍, トヨタ技術, 26, (2), 167-176, 1976
- 12) 戸田忠秀, 野平英隆, 許斐敏明, 石山忍, 自動車技術, 32, (10), 933-939, 1978
- 13) 土屋一雄, 佐藤進, 宮野英也, 自動車技術会学術講演会前刷集, 761, 79-86, 1976
- 14) 梅名英生, 居垣千尋, 山本博昭, 神大農研報, 16, (2), 483-490, 1985