

ミニコンによる騒音分析システム

岡山大学工学部 正員 井上博司

1. はじめに

騒音の分析に関しては、これまでシミュレーションや予測計算等に電子計算機が利用されてきたが、測定データの整理、処理等については単能機が利用されることが多く、電子計算機はあまり利用されていないようである。

本稿では主として自動車騒音の分析のために、ミニコンピュータをコントローラーとして周辺機器を操作し、測定データのデータ処理や分析、結果の図化等を行う騒音分析システムについて述べる。

2. 自動車騒音の測定方法

自動車騒音の測定には、環境基準や規制基準等の行政的な規制値に対する比較を行う場合や、騒音の防止方法を考えるための基礎資料を得るために行う場合などがあるが、このうち環境基準や騒音の規制に関する基準においては、騒音レベルの測定はJISで定められた方法(JIS Z 8731)によって行うことになっている。これによれば自動車騒音のように不規則にかつ大幅に変動する騒音に対しては、一定時間間隔で騒音計の指示値を多数読み取り、それらの測定値の中央値をもって騒音レベルを表示することになっている。また騒音レベルの変動の幅は90%レンジの上、下端値(L_{95} , L_5)で表わされる。騒音レベルの表示方法としてはその他に等価騒音レベル(L_{eq})やTNI, NNIなどの表示方法があるが、一般的にはあまり用いられていない。

騒音レベルの測定には、通常普通騒音計ないしは精密騒音計が用いられる。騒音計は空気の振動をマイクロホンとアンプによって電気信号に変換し、音の強さを基準値(10^{-12} W/m²)に対するデシベル表示によって指示するものである。その際人の周波数に対する聴感補正(A, B, C特性)がほどこされる。

騒音計の指示値をアナログ的に記録するものとしてレベルレコーダーがある。レベルレコーダーは検波装置によって騒音計からの電気信号を検波するとともに、記録計の動特性が騒音計のナーターの動特性に一致するように信号を電気的に平滑する。騒音計およびレベルレコーダーのダイナミックレンジは通常50 dB程度であり、実用上十分なレベル変動に耐えられるようになっている。

JISで定められた方法で騒音測定を行う場合には通常普通騒音計とレベルレコーダーが併用され、レベルレコーダーの記録紙上に記録された指示値を一定の横目盛ごとに読み取り、これらの値の頻度曲線および累積度数曲線を描いて中央値および90%レンジの上、下端値を求める。

騒音の防止対策を考える場合、騒音レベル

の測定だけではなく、周波数分析を行い、その音の特性を把握することも必要である。騒音の周波数分析のためには通常電気回路によるフィルタを備えた周波数分析器が用いられる。この場合分析器の各バンドごとに騒音のレベル測定が行われる。分析結果はバンド音圧レベルがバンド中心周波数の関数として表示される。

自動車騒音のような騒音の性状が時間的に大きく変動する場合の周波数分析では、現定中にレベルが大きく変動してしまうという問題がある。このため現場でテープレコーダーに録音してこれを持ち帰り、繰り返し再生して分析したり、あるいは実時間分析器を用いて実時間分析することが必要になる。

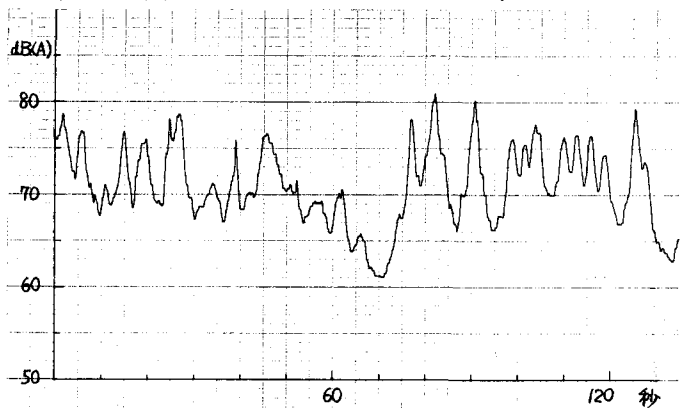


図1 自動車騒音レベルのレベルレコーダーによる記録の例

3. ミニコンを用いた騒音分析のシステム構成

これまで述べてきたように騒音分析のためにはレベルレコーダーの記録紙上に記録された騒音レベルの値を多数読み取ることが必要である。ある地域たとえばある住宅団地内の騒音レベルの分布を求めようとすれば、数多くの地点での測定が必要であるから、レベルの読み取り回数も膨大なものになる。またこれらの測定値の統計的処理および図化にも多大の労力が必要である。したがってこれらの単純な作業をすべて電子計算機およびその周辺装置にやらせることができれば、分析に要する労力が大幅に軽減されることが期待できる。

そこでこのような目的のためにミニコンを中心とした分析システムを構成してみた。用いた計算機は YHP 9830 B である。これはメモリー (RAM) 16 K バイトのミニコンとしては最小規模むしろマイコンともいえるほどのコンピューターである。ソフトウェアは会話形言語 BASIC を使用しており、プラグイン ROM によって各種の機能を備えることができるようになっている。コントロールはすべてキーボードを通して行う。外部記憶装置としては内蔵カセットメモリーを備えており、その容量は約 64 K バイトである。出力装置としてプリンター (HP 9871 A) を接続しているが、このプリンターの特徴は用紙を上、下に動かすことが可能で、この機能を利用してドットプロットニングによるグラフィックスが可能である。

この計算機の特徴は HP-IB といういわゆるインターフェースバスを有していることで、このバスを通して周辺の計算機の制御およびデータの転送ができる。本システムではデジタルボルトメーター (HP 3455 A) を HP-IB に接続しており、カリキュレーターからのコントロールによって電圧の高速読み取りおよび結果のカリキュレーターへの転送ができるようになっている。

以上のような計算機システムに騒音分析用機器を接続し、騒音分析システムを構成している。システムの概要は次のとおりである。

まず現場では、いくつかの測定点にマイクロホンを設置し、精密騒音計を通してデータレコーダー (TEAC R250 A) に録音する。このとき分析時の基準タイミングを得るため、タイミングコントローラーで作成した TTL コンパチブル・タイミング信号を同時に記録しておく。

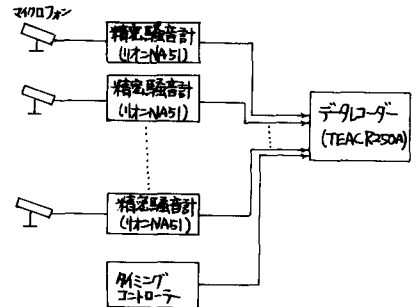


図2 現場での録音の機器構成

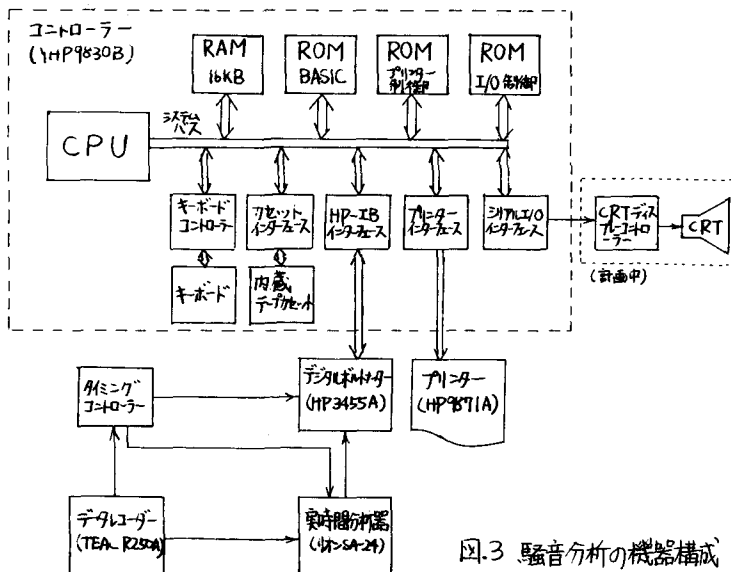


図3 騒音分析の機器構成

次に実験室での分析時にはデータレコーダーの出力を実時間分析器に入力し、その対数変換出力をデジタルボルトメーターに入力する。実時間分析器は入力信号を授受し、同時に信号に動特性を付与する。周波数分析時には実時間分析器はバンドパスフィルターとして働き、タイミングコントローラーからのクロック信号に連動して内蔵のマルチプレクサーを駆動し、出力チャンネルを切り換える。

実時間分析器によって騒音レベルは直流電圧に変換される。

コントローラー 9830B はあらかじめデジタルボルトメーターに読み取るべき入力信号の性質、読み取りの方法および結果の転送等について指示を与えている。デジタルボルトメーターはこの指示にしたがって入力電圧の値をタイミング・コントローラーからのトリガー信号に反応して読み取り、結果をコントローラーに転送する。コントローラーは定められた数だけのデータを入力し、次いでその統計処理を行う。結果はプリンターに転送されコントローラーからのプリンターコントロールによって図および表として表現される。

現場録音時および実験室での分析時の機器構成を図で示すと、図.2および図.3のようになる。

なおYHP 9830Bカリキュレーターには割り込み機能がないので、自作のタイミング・コントローラーを用いて、デジタルボルトメーターおよび実時間分析器に制御タイミングを与えている。まず騒音レベル測定時には、データを一定時間間隔で取るため一定のサイクルで外部トリガー信号を与える。また周波数分析時には、デジタルボルトメーターへの外部トリガー信号とともに実時間分析器にクロック信号およびリセット信号を与える。

クロック信号は実時間分析器に内蔵されている出力チャンネル切り換えのためのマルチプレクサーを駆動するためのものである。またリセット信号は分析の連続的繰り返しのためのものである。

これらの信号によって周波数分析を連続して繰り返すことができるので、各バンドごとのレベル分布を求めることができる。以上の信号のタイミングチャートは図.4に示すとおりである。

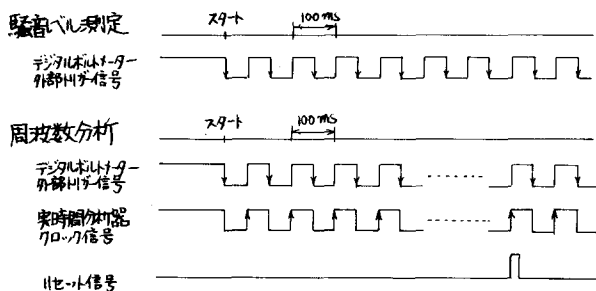


図.4 騒音分析のタイミングチャート

4. 騒音分析のプログラミング

コントローラー 9830B の主要な動きは、デジタルボルトメーターからのデータ入力およびデータの統計処理すなわち頻度分布や累積度数の演算および演算結果のプリンターによる図示である。

分析のプログラムはBASICで書かれるが、E/O制御にはE/O制御ROMのコントロール言語を、またプリンター制御にはプリンター制御ROMのコントロール言語を用いる。

騒音分析プログラムのフローチャートを図示すると図.5のようになる。このプログラムで演算のやり方によっては非常に時間を要するのだが、デジタルボルトメーターからの入力データを値の大きい順に並べかえるルーチンである。これは頻度分布、累積度数を求めるために必要なものであるが、実際には3桁の精度が得られればよいので、簡略化したルーチンを用いている。

本プログラムのプログラムサイズは約2kワード(約4kバイト)であり、5分間の

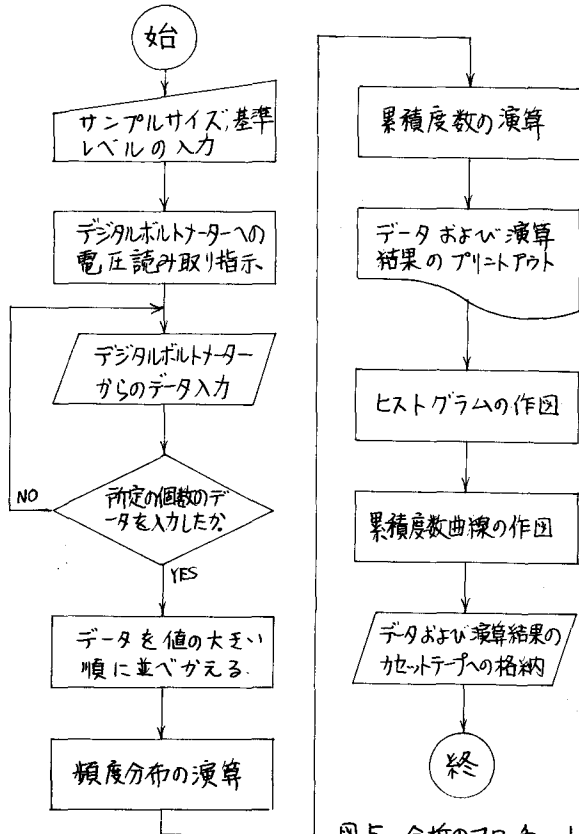


図.5 分析のフローチャート

データ(データ数300個)の演算および図化に要する時間は約2分である。ヒストグラムおよび累積度数曲線の作図例を図.6, 図.7に示す。

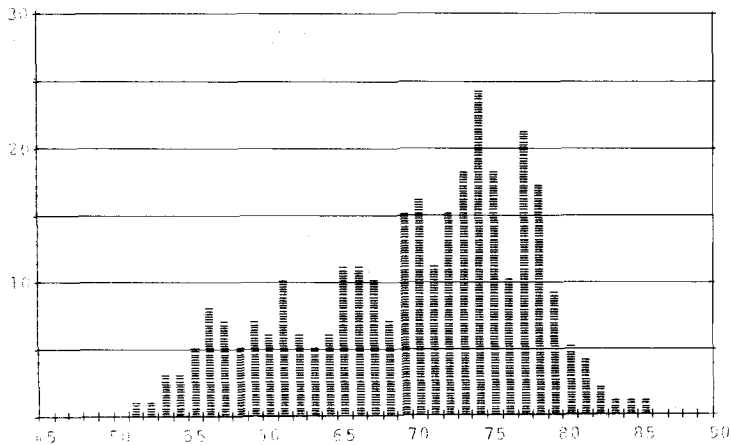


図.6 ヒストグラムの作図例

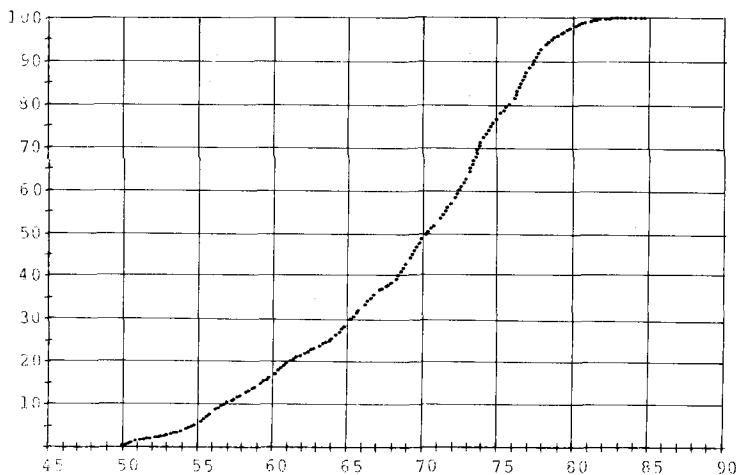


図.7 累積度数曲線の作図例

5. おわりに

以上述べた騒音分析システムの長所および特徴は次のとおりである。

- (1) 分析に要する労力が大幅に節減される。
- (2) ソフトウェアによって各種の単能機の機能を代行させることができる。
- (3) 分析結果のハードコピーを画として得ることができる。
- (4) 人子による読み取りにくらべ、精度が非常によい。
- (5) 測定データおよび分析結果をカセットテープに保存しておくことができる。

なお本稿で紹介したシステムは、学科の耐圧試験器制御用計算機システム(YHP9830B, HP9871A, HP3455A)に騒音分析時のみ機器を接続して使用しているものである。