

グラフィック・ディスプレイを用いた実験データ整理

京都大学工学部 正員 山田善一
京都大学工学部 正員 ○古川浩平

1. まえがき

SKETCHPAD¹⁾以来、グラフィック・ディスプレイの便利さ、有効性については各方面で言われているにもかかわらず、実際の利用となるとはじめに予想されていた程使われていないというのが現状であろう。筆者らも以前から最適設計²⁾やタービナー系の耐震設計³⁾、さらには有限要素法による振動解析などにグラフィック・ディスプレイを用いてきたが、現行のグラフィック・システムではいろいろな面で大きな制約のあることを感じている。その理由として、我々が利用している京都大学大型計算機センターのグラフィック・システムもそうであるが、一般には中型の計算機をグラフィック専用として用いていることが多い。このため計算機の容量が小さく、計算速度が遅いため、大規模なプログラムや大量の計算が必要なものに対しては、現行のシステムでは不可能であることが多い。その上、グラフィック・ディスプレイのプログラミングはかなり複雑なため、上記の理由とあいま、その利用をむづかしくしているものと思われる。

しかし、グラフィック・ディスプレイの図形処理の早さ、図形を描いたり、消去したり、また指示した図形の一部を消去したり、逆につけ加えたりすることが瞬時にできることは他の入出力機器にない大きな利点である。それゆえ、図形情報量が多く、しかもそれらを重ねて描いて比較したり、不要なものを消去して他のものもつけ加えて比較したりする必要があり、かつプログラミングが比較的容易なものに対しては、現行のシステムであっても大いに有効であると考えられる。このような一例として実験データ整理があげられる。本研究は実験データ整理にグラフィック・ディスプレイを利用した結果について報告するものである。

2. 実験データ整理とグラフィック・ディスプレイ

各方面でいろいろな実験が行なわれているが、どのような実験においても、実験をやった得られるデータの量は膨大なものである。そのデータ整理に計算機の利用は不可欠である。そして、①実験データは最終的に図形情報となるものが多く、かつその図形パターンはほとんど同じである。②実験データ整理のプログラムは比較的簡単であり、容量もそれ程大きく必要としない。③実験データ整理においては、結果も比較するため同じ座標上にいくつものデータを重ねて描く必要があり、またその図を見ながら一部のデータを消去したり、別のデータをつけ加えて比較するといったことが必要である。さらにデータに合わせて座標を変えて表示することも大切である。こういったことがグラフィック・ディスプレイを用いることにより即座に行なえ、しかも大量のデータであっても能率よく処理できる。④最終的な図は精度の問題もあってXYプロッターへ出力した方が後の利用には便利であるが、XYプロッターへの出力は全てのデータだけでなく必要なものだけと済む。⑤実験の対象が異なっても実験から得られるデータのパターンは同じであり、同一のプログラムを用いることができ汎用性がある。以上のような理由から実験データ整理にグラフィック・ディスプレイを用いることは非常に有効であり、また現行のシステムでも用いることができ、省力化に役立つものと考えられる。

3. 振動実験のデータ整理における応用例

一例として筆者らが行なった図-1に示すような斜張橋の振動実験におけるデータ整理にグラフィック・ディスプレイを用いた例を示す。この斜張橋の特徴としては、橋脚が橋軸に対して24度の傾きを有していることである。このため、振動の入力方向として、橋軸方向、橋軸直角方向の2方向だけでなく、橋脚に直角な方向を加

えたる方向から入力を行ない結果を測定する。測定点としては、図-1のA~F点と振動台の計7点である。この斜張橋の場合、橋脚は橋軸に対し24度の傾きをもつたため、入力方向と異なり、右方向に対しても応答があると考えられるため。

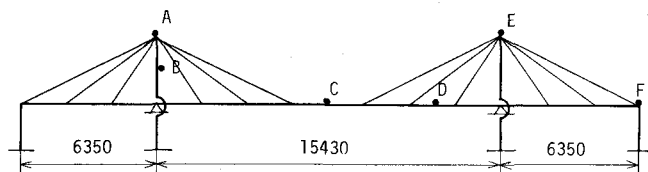


図-1

上記の7点において橋軸と橋軸直角の2方向に加速度計を取り付けてデータを得ている。このように測定点や実験の回数が多いために、必然的にデータ量も多くなるが、その整理にはグラフィック・ディスプレイを用いることにより、2能率よく処理している。

この例では定常加振実験を行ない、その結果をデーターレコーダで記録しておく。それをAD変換し、ディジタルに変えたデータを計算機で解析し、その結果はデータ番号をつけてファイルにストアしておく。全ての解析が終了後、ストアされているファイルからデータをデータ番号順に取り出して磁気テープに記録し、その磁気テープをグラフィック・システムで図形情報として表示することにより、2データ整理を行なっている。昭和52年秋より、筆者らが用いている京大大型計算機センターでは、主システムのM190とグラフィック・システムが回線で結びれることになり、その時はこの磁気テープに記録しないう作業は不用となり、更に便利になるものと思われる。

実際のデータ整理の手順は以下のとおりである。まずCRT (Cathode Ray Tube) には写真-1が表示される。これに表示したい周波数範囲や応答倍率、各々の軸の目盛などを入力する。

入力後の状態を写真-2に示す。この例の場合だと、横軸として表示する周波数範囲は40Hzまでで、その軸目盛は10Hz毎、応答倍率の最大目盛は50倍でその軸目盛は10毎である。ここでスタートのファンクション・キー（以下FKと略す）を押せば写真-3がCRT上に表示される。写真-3において、左の軸が応答倍率で、右の軸が位相差（単位ラジアン）である。画面の左側の RESONANCE CURVE, PHASE CURVE は、次に画面に表示するのは共振曲線か位相曲線のどちらであるかを指示するもので、ライトペンでピックした方を表示する。この文字をピックせずに後述するFK=1を押すと、前と同じ曲線を表示し、次にどちらかの文字をピックするまでは同じ曲線を表示しつづける。画面の上方にあるFK=1からFK=32の文字は有効なFKの番号とその用途を示すもので、ファンクション・キー・ボードには有効な番号のみに30にライトがついて間違いを防止している。FK=1は今までの同じものを継続して表示せよということである。FK=1を押す代わりに画面左側の文字をライトペンでピックすることにより、次に表示する曲線を変えることができる。FK=8は表示したいデータ番号とそのチャンネル数を入力するということである。FK=11は現在表示しているデータのどれか一つを消去したい時に押すことで、FK=11を押したからデータ番号をライトペンでピックすればそのデータのみが消える。複数のデータを消去したい時はこの操作を繰り返す。FK=14は表示しているデータを全て消去し、写真-3の状態に戻る。FK=25を押した時は、軸のデータから入力する写真-1の状態に戻る。FK=32はストップであり、これを押すと

FREQUENCY RANGE	— HZ
SCALE INTERVAL	HZ
MAX MAGNIFICATION	TIMES
SCALE INTERVAL	TIMES

写真-1

FREQUENCY RANGE	40 HZ
SCALE INTERVAL	10 HZ
MAX MAGNIFICATION	50 TIMES
SCALE INTERVAL	10 TIMES

写真-2

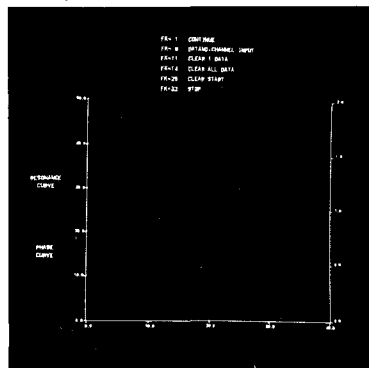


写真-3

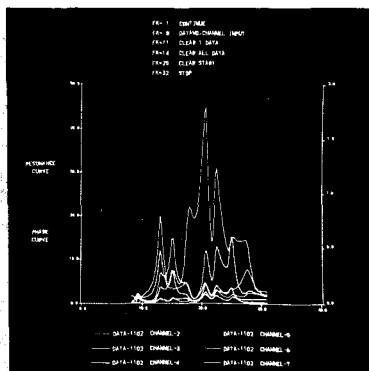


写真-4

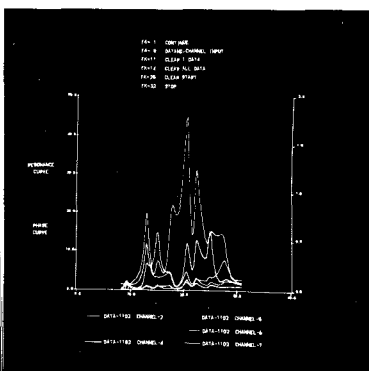


写真-5

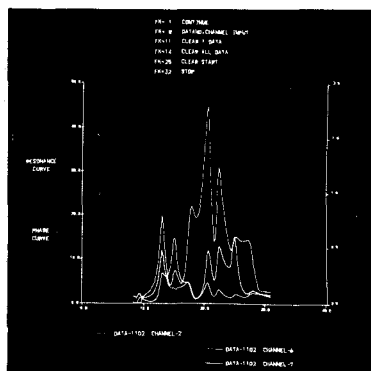


写真-6

プログラムは終了する。なお、これらFK=1からFK=32の操作もライトペンで指示するからとせず、FKを押すようにしたのは、FKの方がライトペンより使いやすいからである。

写真-3の状態からライトペンを用いて RESONANCE CURVE をピックアップし、FK=8を押すと画面の下方に、DATA- CHANNEL- という文字が表示されるので、描きたいデータ番号とチャンネル数を入力すると、画面に細線が共振曲線が表示される。このように同じ実験の2チャンネルから7チャンネルまでの結果を表示したのが写真-4である。この場合、2チャンネルから7チャンネルのデータ範囲1のA~Fの測定点に対応する。この写真では判別しにくい。線は6種類の実線を使い分け、細線、中線、太線の3種と各々点滅しないものとするもの計6種類である。画面下方のデータ番号の右方の3つ点滅しないものもである。このように最大6つのデータを同時に表示できる。これから応答に余り影響がないと考えた3チャンネルのデータを消去したのが写真-5である。このためにFK=11を押す。ライトペンでDATA-1102 CHANNEL-3の文字をピックアップすればよい。さらに4チャンネル、5チャンネルのデータを消去したのが写真-6である。これには上と同様の操作をさらに2回行えばよい。これはDATA-1102というのは、横軸方向の共振を入力した場合の横軸直角方向の応答を意味するのであるが、これと比較するため、たとえば入力方向が横軸直角方向の場合のE点の横軸直角方向の応答であるDATA-3102 CHANNEL-6をつけ加えて表示したのが写真-7である。これらと比べてみることに、入力方向が変わり、E時の応答の変化を簡単に確かめることができる。これらのことは、他のデータについても全く同様に行なうことができる。このようにして、任意の点の応答を表示したり消去したり、また必要なものをつけ加えて比較したりすることが簡単に、しかも瞬時に行なうことができる。

写真-4で最も大きな応答を示している6チャンネル、これは測定点Eであるが、この点についてさらに詳しく調べようと、FK=14を押して写真-3の状態に戻し、共振の入力方向を3方向に変えた場合の応答を表示したのが写真-8である。同様の比較を測定点Aにも行なう場合、A点の応答倍率は最大23倍程度であり、今までの最大50倍の目盛では大きすぎる。よってFK=25を押して写真-1の状態に戻し、軸の大きさを最大25倍に、軸目盛は5毎に（2入力方向を3方向にも、E場合の応答を表示したのが写真-9である。また同じ目盛で同

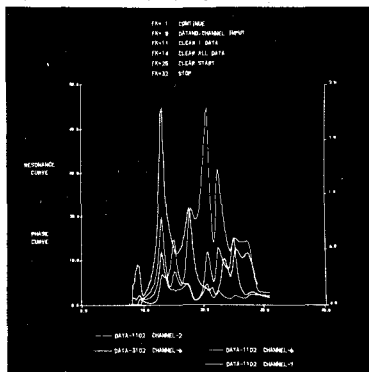


写真-7

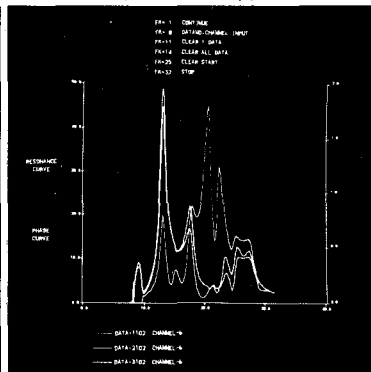


写真-8

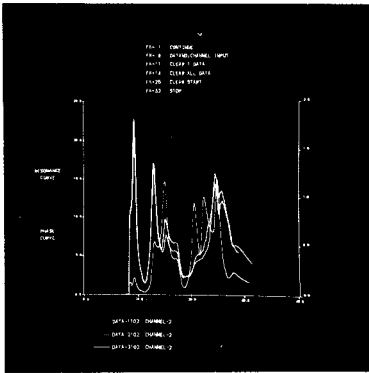


写真-9

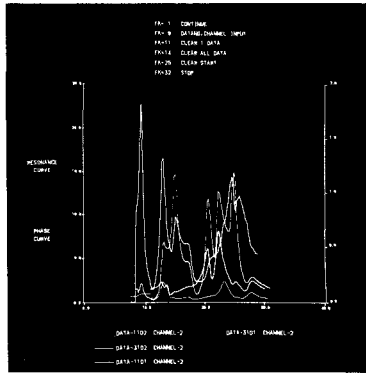


写真-10

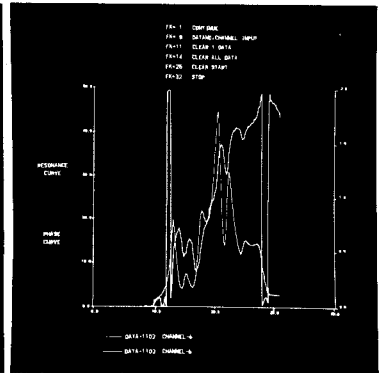


写真-11

に規定点Aに拘り、入力方向を橋軸方向と橋軸直角方向にとり、各々橋軸方向、橋軸直角方向の応答を比較したのが写真-10である。このようにデータへ他に合わせて軸の大きさも自由に変更でき、データの比較をするのが非常に簡単である。

これらの場合は全共振曲線だけを表示していたが、位相曲線も全く同様に表示できる。たとえば最も大きな応答を示しているE点の橋軸直角方向について、共振曲線と位相曲線を表示したのが写真-11である。共振曲線だけでは共振の状態は、きりきりしない場合、このように位相曲線も併用することにより、共振状態を明らかにできる。なお、写真-11の位相曲線が12Hzと28Hz付近で上から下へ変化しているのは、計算機で解析を行なうため、 2π を少しでも越えたとその部分が 2π だけ位相をずらしたの付近に表示し、マイナスになり、下場合は 2π 付近に表示するからである。グラフィック・ディスプレイを用いたデータ整理を行なうと、このように写真-12に示す。これはアウトバンドを用いたデータ番号をピックアップ、消去しようとしているところである。操作は左手にあるバファンクション・キー・ボードである。なおこれらのデータは磁気テープに入っているため、データ番号を入力して画面に表示されるまで平均で1秒程度の待時間が必要である。

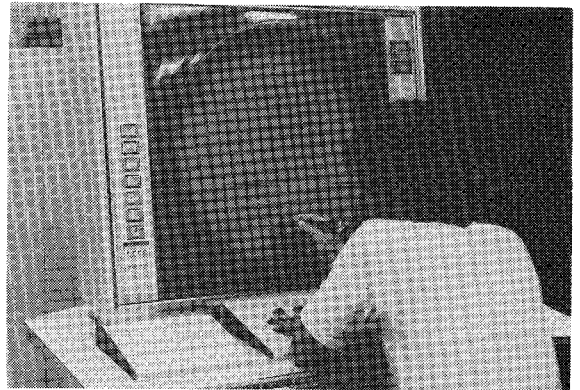


写真-12

4. おとぎ

以上の例で示したように、実験データの整理のように大量の図形情報と処理するには、グラフィック・ディスプレイは非常に有効であり、かつ現行の中型計算機を用いたシステムであることも十分に適用できる。なお筆者が利用している京大大型計算機センターは昭和52年秋より主システムであるM190とグラフィック・システムとが回線で結びあ

ことになり、その時はグラフィック・ディスプレイを主システムの端末機器として用いることも可能になるため、今後のグラフィック・システムでは容量、計算速度の面でも不可能で、大規模な構造解析や振動解析にも用いることができると思われる。

参考文献 1) Sutherland, I. E.: Sketchpad, A Man-Machine Graphical Communication System, Proc. of the Spring Joint Computer Conference, Detroit, Michigan, 1963

2) 山田、渡辺、古川：構造工学におけるグラフィック・ディスプレイの応用、昭和47年度内閣府年次学術講演会講演概要

3) 山田、古川：耐震設計におけるグラフィック・ディスプレイの応用、第12回地震工学研究発表会講演概要、1972年