

名古屋大学 正員 島田静雄
名古屋大学 学生員 ○後藤茜一

1. まえがき

近年コンピュータを利用して図を描かせるというコンピュータグラフィックスが、XYプロッタ・グラフィックディスプレイ装置の発達・改良に伴って種々の方面で活用されるようになってきた。本文においては、昭和48年10月下旬に振動おぼたねみの測定を行なった、東京都西多摩郡の多摩川に架けている万世橋（逆ランゲートラス橋）をモデルにして、次のようなコンピュータグラフィックスを行なったものである。

○万世橋のアーチ中央部分にダンパーカーが載荷した場合の万世橋の変形状態および各構成部材の応力状態を図化すること

○隠線消去の手法および透視図の手法を用いて、万世橋の透視図の作製を行なうこと

2. 変位・部材応力の計算

万世橋のアーチ中央部分にダンパーカーが載荷した場合の節点変位・部材応力は立体トラスとして解析するのではなく、万世橋の主構を平面トラスとして解析するものとする。また、解析手法としては有限要素法を採用するものとする。この場合の節点番号・部材番号は、変位・応力の状態をXYプロッタで図化するためにできるかぎりペンの動きが少なくなるようにつけなければならぬ。図-1はXYプロッタで節点番号・部材番号を描いたものである。

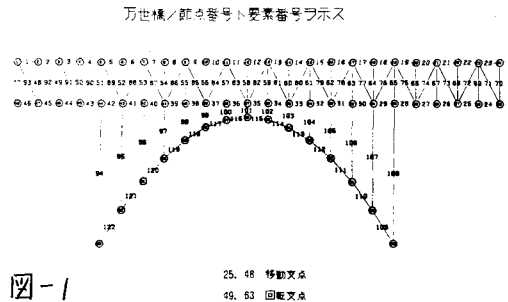


図-1

3. 変位図・応力図

コンピュータに計算をさせた場合にラインプリンタに出力されてくる計算結果は数字の羅列であり非常に見にくいものである。したがって、計算結果を一見ただけで理解できるような方法があるならば非常に便利である。その一つの方法が計算結果の図化である。変位図は以下のように行なえばよい。2で求めた変位の値を各節点の座標値に加えた新しい座標を線で結ぶことにより変位図を描くことができる。ただし、一般に変位は非常に小さいため、そのままの値を使用すると変位の状態は非常にわかりにくいので変位の量を拡大して表示する必要がある。図-2に変位図を示す。この図では変位の値を300倍に拡大してある。また、荷重が移動している場合の変形を動画として表示することも可能である。この場合にはグラフィックディスプレイ装置を利用すると便利である。



図-2

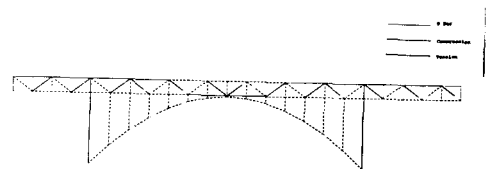


図-3

応力図とはダンパーカーがアーチ中央部に載荷した場合の各部材応力の概略を示すものである。表示方法としては、ペンの太さと実線・点線の組み合わせにより部材応力に対応した種類の線で部材を描くという方法を採用す

ることとする。名古屋大学大型計算機センターの場合には種類のペンを交換可能であるため合計6種類の線を表示することが可能である。図-3はダンパーがアーチ中央部に載荷した時に部材が圧縮か引張か応力が0であるかを示すものである。図-4は部材の絶対値を6段階に分けて、その値に対応した種類の線で各部材を表示したものである。

図-4



4. 透視図

構造物を設計する場合に構造物の形の良否を判断するためには平面図・側面図・立面図の三面図からのみでは十分ではなく斜めから見た三次元的表現から視覚判断することも必要である。このために、構造物を種々の点から眺めた透視図というものが必要になる。コンピュータを使用して透視図を描く場合はコンピュータの計算能力の卓越性を利用する。つまり、視点と物体とを結ぶ直線と投影面との交点を直接計算するわけである。視点の座標を (E_x, E_y, E_z) 、投影する点の座標を (x, y, z) とすると透視平面上の座標 (x_0, y_0) はつぎのようになる。

$$x_0 = \frac{E_y \cdot x - E_x \cdot y}{z - E_z}$$

$$y_0 = \frac{E_z \cdot x - E_x \cdot z}{z - E_z}$$

図-5

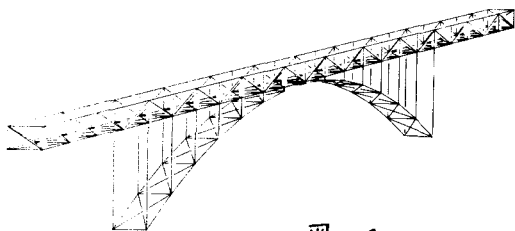


図-6

このように透視平面上に投影された点を結ぶことにより透視図を描くことができる。万世橋の骨組構造の透視図を描く場合に、単に部材を透視変換して描いただけでは線が複雑に交差して非常に見にくい画面になってしまう。そこで隠線消去の方法をこの骨組構造の透視図に応用する。これはつぎのような方法である。部材が交差する場合に視点から見て手前にある部材はそのまま描くが、後方にある部材は交差する点の前後1.5mmづつを描かないものとする。ただしこの間隔は任意である。このようにするとかなり立体感があらわれて見やすくなる。これはつぎのようなアルゴリズムによる。透視面に投影された部材について二つの部材をとりあげ、その部材が他の部材と交点を持つかどうかを全部材について調べる。もし交点があるならば、その交点をもう一度もとの三次元空間の部材に逆投影してもとの座標に変換する。そしてその点と視点との距離を求め、どちらの部材が視点に近いかを調べ、もし注目している部材の方が近いならばその点は交点として採用しない。逆の場合にだけその点を交点として採用するものとする。このようにして全交点を求めたならばこの交点を部材のどちらかの端点に近い順に並べ直し、その交点付近を描かないように点を順々に結ぶ。このような操作を全部材について繰り返すことにより図が描かれる。図-5、図-6に作画例を示す。

5. あとがき

構造物の変位あるいは応力を図で表示するという事は、一見して構造物全体の変位あるいは応力の状態が理解できるという短所がある。しかし、個々の量を示すには不適當ではあるが全体としてのバランスを認識するような場合には有効な手段であると思う。