

名古屋大学 正員 島田 静雄
 (株)東京鉄骨橋梁 正員 大隅 広高
 名古屋大学 学生員 ○佐藤 正明

1. はじめに

われわれが構造物の計画・設計を行なうとき、具体的には存在していない構造物を絵に描くことにより他の人との意志の伝達を円滑にし、また自らの理解の助けにもしている。また土木構造物の寸法は一般に巨大で、実物を作ってから気に入るように修正するようなことはできない。したがって計画・設計の段階で構造物のモデルを仮定し、そのモデルについて種々の計算をして比較検討するが、これはかなり面倒な作業になる。このためこれらの作業に計算機を導入することは有用となるが、さらにCRTなどを利用して対話型式で計算機を用いることができれば大いに効率が上がると思われる。

これらのことから、われわれの研究室では、計算機内に構造物の幾何モデルを作成し、これをプロッターやCRT上に自動図画させ、あたかもコンピュータと対話するような形で設計作業を進めていくための手法を研究している。ここで、構造物の幾何モデルとは構造物の三次元的情報をもったものであり、たとえば図を出カしたいときは、これを二次元に投影変換すれば得られることになる。

昨年、直方体・円柱など基本的な8種類の図形を三辺の長さ・半径・高さといった数個のデータ入力で作成できるサブルーチンを開発し、これらを基本BODYと名づけ、平行移動・回転の演算を施して比較的簡単な構造物の幾何モデルを作成した。この研究は「グラフィックディスプレイによる構造物の自動製図」と題して、昨年度年次講演会で発表した。今回は、基本BODYの生成法とBODYの演算法を拡充し、より複雑な構造物モデルの作成を試みるとともに、それらの体積・表面積・重心・慣性モーメント・主軸ベクトル・構造物を包み込む外接直方体の寸法など幾何学的諸量の自動計算をおこなった。

2. 幾何モデルの生成およびBODYの演算

直方体・円柱などルーチン化した8種類の基本BODYは、辺の長さ・半径・高さといった数個の幾何学的数値を入力することで作成できるというメリットがある反面、任意の多面体BODYを作成できなかった。このため、頂点のx, y, z座標とトポロジカルなデータ、すなわち辺を構成する頂点番号・面を構成する頂点番号とを入力してBODYを生成するプログラムを新たにルーチン化した。これにより任意の多面体BODYを作成することが可能となった。図-2(a)は、このプログラムを用いて作成した幾何モデルを、透視図として出カしたものである。

BODYの演算には平行移動や回転などがあるが、構造物モデルを作成する場合、これらの処理だけでは十分であるとは言えない。このため新しい処理法として拡大・縮小・干渉処理のプログラムを開発した。干渉とは、2つの異なるBODYの関係により結合、切断あるいは重なった部分を抽出したりする処理をいう。計算機内部では2つのBODYが1つにまとめられ、新しい面・

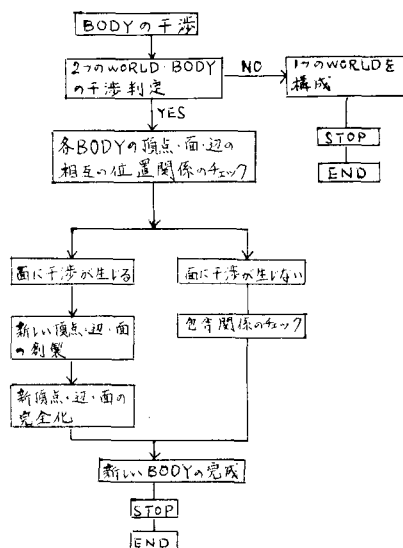


図-1 干渉処理の流れ図

辺・頂点などが創製される。図-1に干渉処理の概念的な流れ図を示す。図-2は干渉処理の応用例で、護岸用コンクリートブロックを合成し作成したものである。前述の方法で(a)を作成し、これを180°回転したものと(a)を結合することによって(b)を得る。同様に(b)を180°回転したものと(b)を結合することにより(c)を得る。これらは和の処理である。さらに、(c)に円柱の穴をあけるという差の処理を行なうことによって(d)が得られる。

さて、以上の手法を用いてさらに複雑な構造物モデルを作成しようとする、使用する基本BODYの数やBODYの演算数は非常に多くなっていく。このため、処理に多くの時間や手間がかかり、また入力ミス誘発することにもなる。ユーザーにとって細かい処理は、ある程度事前にデータを用意する必要もあり、そうした作業も比較的時間がかかり面倒なものである。そこで、アーチ・トラスなど土木構造物として利用度の高い立体図形を、基本BODYのように数個のデータにより作成できるようにルーチン化し、準基本BODYとした。図-3にフレントラスを作成した例について示す。フレントラスBODYは、BODYの名前・部材の長さ・厚み・部材幅・下弦材の数の計5個のデータを入力することで作成される。

3. 幾何学的諸量の算定

計算機内に作成した幾何モデルを用いて種々の計算が可能となる。設計・積算に直接必要となる体積・表面積・慣性モーメントなど構造物の幾何学的定数を手計算によらず自動計算させる手法の概略を以下に述べる。任意のある中心を設定し、三次元物体をその点を頂点とする複数個の三角錐に分割する。三角錐の幾何学的定数を求めるプログラムを用意しておき、それぞれの三角錐について幾何学的定数を求め、それから物体の幾何学的定数を加え合わせて求める。図-2(d)の体積・表面積・重心・慣性モーメント・主軸ベクトル・外接直方体の寸法を自動計算させ出力した結果を図-2(e)に示す。

4. おわりに

景観評価に重要となる透視図は、本システムによる構造物の中心投影図をもとに、背景などを加え、容易に作製することができる。また複雑な形体を構成する構造物においては、その幾何学的定数を求めにくく、本研究による自動計算は非常に有用と思われる。

なお、本研究を進めるにあたっては、名古屋大学大型計算機センターのFACOM230-75 および230-48 を使用しました。

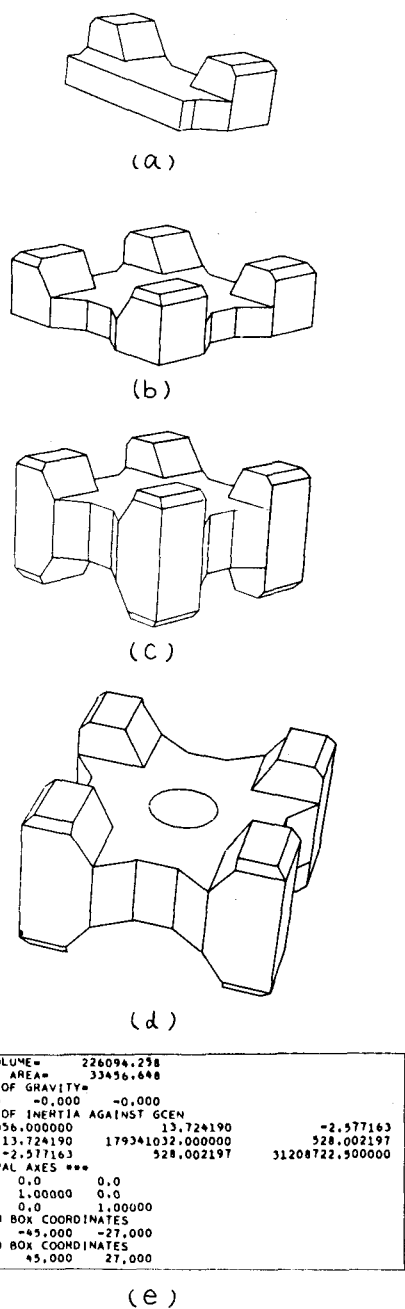


図-2 干渉処理の応用例



図-3 準基本BODYの応用例