

港湾における空間設計手法の開発

運輸省 港湾技術研究所 正会員 奥山 育英

1. はじめに

電子計算機とそれに付随するドラフターやディスプレイ等の自動図化装置を利用した三次元物体の二次元平面図化手法は、従来から情報処理をはじめとする多くの分野で活発に行われているが、それらは単一物体を四方八方から眺める例が多く、土木計画における様な広大な景観を対象とする場合と異なることから、土木計画に直ちに利用できる形で同様の手法を開発した。標題の「港湾における」は、現段階ではとくにつける必要はないかもしれないが、今後、景観内の物体の模型を作っていく際に、港湾施設を主とすること、評価手法等を港湾を中心に関連していく予定であること、および三次元物体の二次元図化の試みは上述したように情報処理他の分野でも一つの大きな課題として一般的に学究的にとり扱われていること等により、港湾独特の空間設計手法を確立しようということによっている。なお、景観図作成にあたっての理論式はいずれも単純であり、3次元以下の座標幾何学だけで処理可能なことから、具体的な数式表示はすべて省略している。

2. 平面よりなる任意形状の物体の景観図化

2. 1 とり扱い物体の最小単位(基本単体)

物体の形状は千差万別であるが、それらをすべてプログラムで処理するのは効力が大きいばかりでなく、実際の入力にあたって実用的ではない。従って、物体の最小単位として基本単体を

i) 物体を構成する表面は6平面を有する

ii) 各々の平面は四角形から成る

iii) 基本単体の隣接する2頂点を同一頂点に縮めた物体は i) ii) に反しても基本単体である
によって定義する。基本単体の例として図1があげられる。

2. 2 基本単体の組合せ

四面体も含めて、表面が平面よりなる任意の多面体を、2. 1 で述べた基本単体を組合せて表現する方法はプログラム作成上は非常に有効であるが、以下に述べるような不都合な面も生ずる。すなわち、天端高を考慮して岸壁法線を基本単体で作成すると図2のように余分な線、以下これを基本単体の組合せによって生ずるゴースト

ライン、あるいは単にゴーストラインとよぶ、が生ずる。このような場合に、基本単体の線を一部または全体を指定して強制的に消去することにより図3が得られる。なお、図では天端高を強調している。

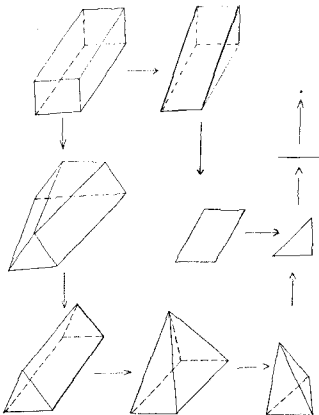


図1 基本単体の例

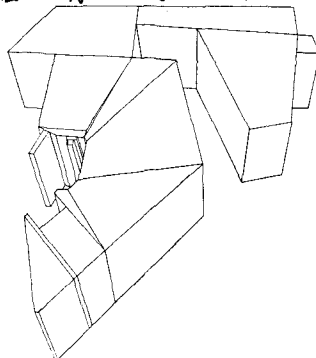


図2

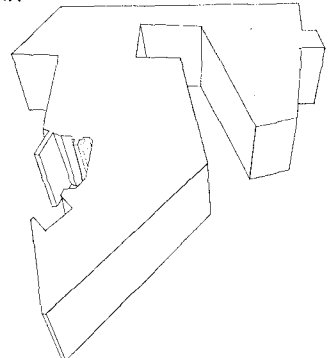


図3

3. 曲面の処理

3.1 物体における曲面の処理

物体における曲面は、表面が平面のみからなる多面体でまず近似し、次にその多面体を基本単体に帰着して処理した。

この場合、2.2で述べたゴーストラインの処理

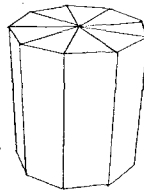


図 4.1

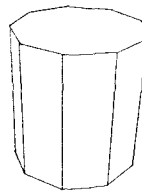


図 4.2



図 4.3

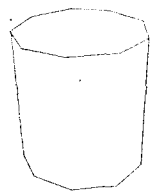


図 4.4

が必要となるが、強制消去だけではうまくいかない場合が生ずる。例えば、直円柱の場合に正多角柱近似を行うわけであるが、そのままでは図4.1のように不要線分があり、まず上下面の不要線分を強制ゴーストラインの指定で消すと図4.2となるが、また不要線分があるからそれらをゴーストラインの指定で行うと図4.3となり消えすぎてしまう。従って、このような場合には、側面の線分には場合消去のゴーストラインの指定を行い、指定された線分が物体のりんかく線としてあらわれた場合には描き、そうでない場合には描かないことにして解決した(図4.4)。

3.2 地形処理

工作機械や商品のスタイルを検討するための二次元平面図化の場合には、地形の処理を必要としないが、港湾の景観図化となると地形処理は不可避であり、以下の手順で行った。

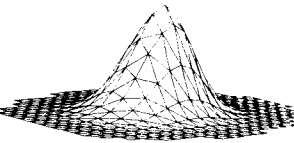


図 5.1

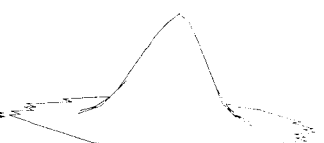


図 5.2

1) x - y 平面を地表面とし、地形の高さを z を、

x 、 y の何らかの函数 H 、すなわち、 $z = H(x, y)$ で表わす。

2) x - y 平面上に直角二等辺三角形の網をかぶせ、その格子点 (x_i, y_i) での $z_i = H(x_i, y_i)$ を求める。

三角形としたのは三点が一平面を決定することにより、四角形の網とした場合は強制ゴーストラインの指定を行えば四角形の網となる。

3) 2) で与えた直角二等辺三角形の3頂点を高さ z を考慮してつないで三角形をつくり、それをすべての三角形で行って、その景観図を作成する(図5.1)

4) 地形の凹凸をみるだけならば図5.1で充分であるが、景観図の場合には、すべての線分に場合消去のゴーストラインの指定を行って、図5.2が得られる。当然のことながら物体との共存も可能としている。

4. 可視部と不可視部にわたる物体の景観図化

景観を対象とすると、見る位置が景観原形の外にあるばかりでなく、景観原形の中から回りを眺める場合も生じ、すべての物体が前方にあるという場合だけとは限らなくなる。もちろん、ある物体が全く後方にある場合には描かなければよく問題とならないが、一部分が前方に残りの部分が後方にある場合が生ずる。このような場合の物体の景観図化は著しく複雑となるので、以下に方法論を述べる。

最も単純な場合として、線分の一端点 A が前方に、他端点 B が後方にある場合をまず考えてみる。この場合は、目と A を結ぶ直線と景観図を描く平面の交点を A' 、目と B を結ぶ直線と平面の交点を B' とし、平面上で通常のように A' と B' を結ばずに、直線 $A'B'$ 上に A' から B' の逆方向へ無限に(実際には平面の枠をこえるまで)半直線を描けば、その半直線がもとの線分 AB の平面上への投影図となる。

物体の場合には、見える様を判定して上述の線分の処理を行えばよいが、一物体のみならば見える様の抽出は容易であるが、二物体以上がこのような位置にある場合は前後判定を行わねばならない。この場合の前後判定は三次元座標のまま、目から眺めて両物体が重なっているかを判定し、重なっている部分で前後判定を行う。重なっていなければ一物体として容易に見える様が抽出でき、かくて難問は解決する。

5. 景観図の作成例

以上述べてきた実例として、図3の岸壁法線に図6で示される図柄と、図7で示される建物をのせ、それらを景観原形としてニヶ所から眺めた景観図を図8、図9に示す。図8は、4で述べた景観内に見る位置が入っている場合となっている。

景観原型がこのように一旦できあがると

眺める目の位置の座標 (x_e, y_e, z_e)

見つめる地点の座標 (x_o, y_o, z_o)

平画面を置く眼前距離 l

の7パラメーターを与えるだけで、視線すなわち (x_e, y_e, z_e) と (x_o, y_o, z_o) を結ぶ直線に垂直で、眼前距離 l にある平画面への投影図が描かれる。

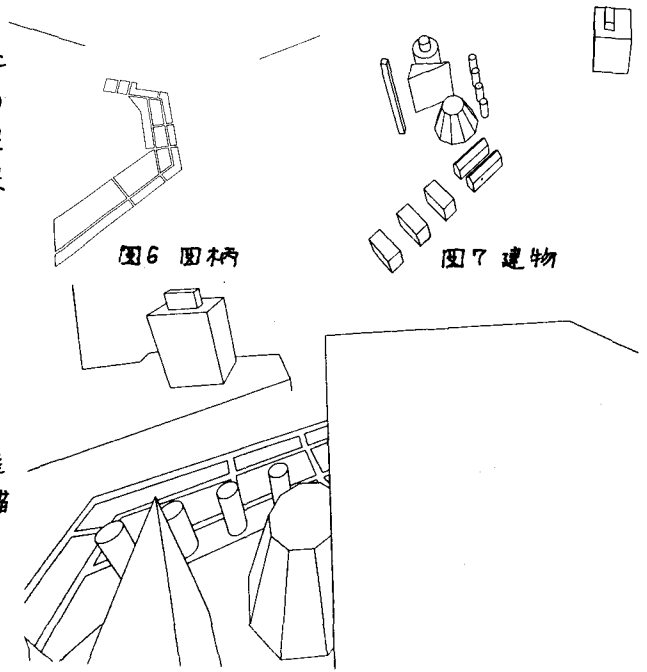


図8

6. 応用

6.1 景観図の作成

大土木工事にあたって、景観の子測を行ったり変化等を比較検討するのに利用するものであり、既に述べてきた。

6.2 安全景観の検討

これは6.1に含まれるかもしれないが、船舶の運航者が船から眺めた港湾施設や橋脚等の圧迫感をあらかじめ子測したり、航行援助施設の見やすさを検討する場合である。

図10は、横浜港の大黒埠頭に巨大コンテナ船が接岸するまでの船の位置と、その船のブリッジから眺めた景観図の例である。

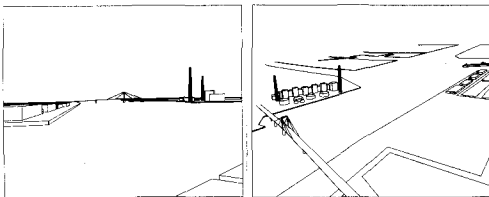


図10.1.a

図10.1.b

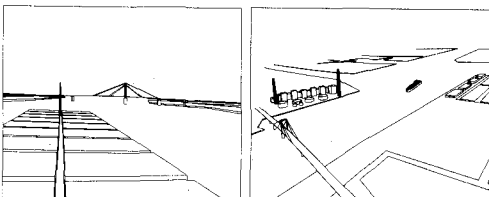


図10.2.a

図10.2.b

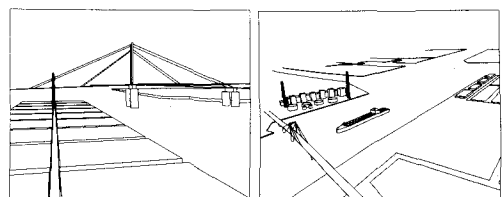


図10.3.a

図10.3.b

6.3 港湾構造物の完成図や途中図の作成

現在、多くの港湾構造物の自動設計が電子計算機によってなされているが、設計図の他に完成図や工事途中図等の作成も検討している。

6.4 航行船舶の海上交通実態の観測への応用

海上交通の実態を把握しようとする場合、写真観測やレーダー観測が行われるが、写真観測を行った場合に、あらかじめ観測水域の平面図上にメッシュをかぶせてカメラ設置場所から見た景観図を作成し、その景観図をスクリーンとして観測したフィルムを投影して、船舶の通過したメッシュをスクリーン上から読みとり、それを平面上の対応するメッシュへおとすことにより船舶の航跡が得られる。この方法は狭い海域に有効で、実例としては、上関海峡交通実態調査、鼻栗瀬戸実態調査があげられる。

7. 景観図作成システムの構成

このシステムの構成は、図11のフローチャートに示されているように、4つのプログラムから成っている。

基本単体、複合体、モデル等の作成プログラムは、別に用意されているユーザー向けの物体マニュアルのために、あらかじめ多くの物体の座標等を格納したマスターファイル(磁気テープ)を作成するもので、直接ユーザーとは関係ない。このファイルに物体を多く準備すればするほど、景観原形の作成は容易になる。

次の物体座標ファイルの作成プログラムは、物体マニュアルに記載された約束に従って、ユーザーがカードに1物体の識別番号と中心位置と縮尺と向き等を与えると、上で準備されたマスターファイルからその物体をよび出して指定された指示に従ってその物体と景観原形とする。もちろん、この場合、物体は基本単体にまで分割された形で物体座標ファイルに格納される。

次の VISUAL SIMULATION プログラムが実際の景観図を描くプログラムで、上の基本単体のみからなる物体座標ファイルとカードもしくはコンソールから入力された目の位置座標、眺める点の位置座標、画面までの眼前距離を用いて景観図を作成する。しかし、実際は直接図化装置におとさず、図化情報ファイルを作成する。

最後に、図化プログラムが、図化情報ファイルから、各図化機が理解できる言語に変換して図化を行う。この場合、同じ図化情報ファイルから各図化機への図化プログラムが図化機毎に用意されている。

なお、これらについての具体的内容は講演時に詳細な説明を行う。

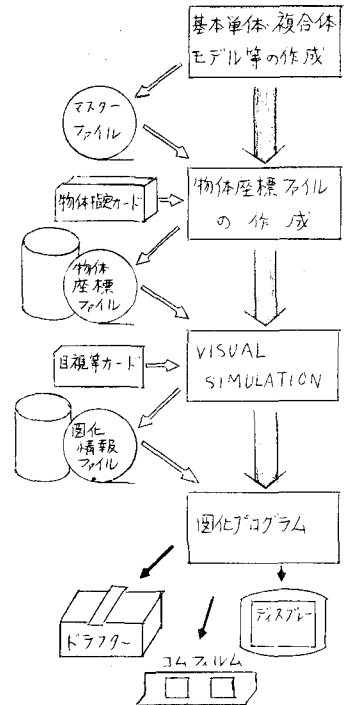


図11 フローチャート

8. 参考文献

- 中前、西田：多面体の隠線消去の一手法、情報処理 13巻4号
- 奥山：港湾における景観設計手法について、土木学会第30回年次講演会 IV部門
- 奥山：港湾における空間設計手法の開発(第1報)、港研報告 15巻1号、1976.3
- 奥山、佐々木：港湾における景観設計手法について(その2)、土木学会第31回年次講演会 IV部門
- 奥山、佐々木：港湾における空間設計手法の開発(第2報) 港研報告 15巻4号 1976.12
- 奥山：簡易図化プログラミングシステムの開発、情報処理学会昭和52年度全国大会講演概要集
- 奥山、佐々木：港湾における空間設計、土木学会第32回年次講演会 IV部門
- 小柳：景観設計のための情報処理技術、土木学会第33回年次講演会 IV部門