

東急ゴルフ場企画設計(TOPPLO=トップロ)システムの開発

東急建設(株)施工本部土木設計部	正員	田村 治幸
東急建設(株)施工本部システム開発部		加藤 正彦
東急建設(株)施工本部土木設計部		○小澤 靖一
東急建設(株)施工本部土木設計部	正員	二宮 功

1. はじめに

建設業においては、CGがその自在な構図やアニメーションへの発展性から受注拡大のためのプレゼンテーションの手段として、CADは図面作成作業における処理時間の短縮や品質の安定および概算数量算定などを目的として適用されようとしている。しかし、建設業での設計業務全体を見るとCADを利用できない作業が多く、他業種に比較して飛躍的なCAD適用効果がアピールされにくく、意識が今一歩高揚しない状況であることは否めない。そのような中で、3次元CAD利用の現実、より活用メリットが多い大型プロジェクトや特殊構造物に適用しているという状況であろう。

当社においても、3次元シミュレーションモデルでの画面対話型の図形処理・設計計算およびビジュアルプレゼンテーションといったニーズに対し、EWS(Engineering Work Station)を利用した研究開発に着手した。対外的需要や設計業務内容、および当社保有の土地造成設計システム(TOPLAND)・ゴルフ場実施設計システム(TOPGREEN)との関係を考慮し、最初のターゲットとしてゴルフ場企画設計を選択した。このたび完成した東急ゴルフ場企画設計システム(TOPPLO)は、当社の土木分野での3次元CADシステム開発の第一ステップとして、成果をあげる事ができたと考えるので、事例報告としてここに紹介する。

2. システム構成

TOPPLOシステムは、汎用3次元CADソフトウェアの'CADDStation 4X'上に'Fortran'を中心言語として構築した。メインとなるハードウェアは'UNIX'をOSとするEWS(CADDStation)であり、各種CAD用マシン(Apollo-Domain, PC98等)と'Ethernet'でネットワーク化し、更には汎用大型コンピュータ(FACOM M760/20)とも高速デジタル回線で通信可能としている。地形データ入力用デジタイザ、CG用周辺機器、図面出力用プロッターなどとも接続してトータルなCADシステムとしてある。システム構成は図-1に示すとおりである。

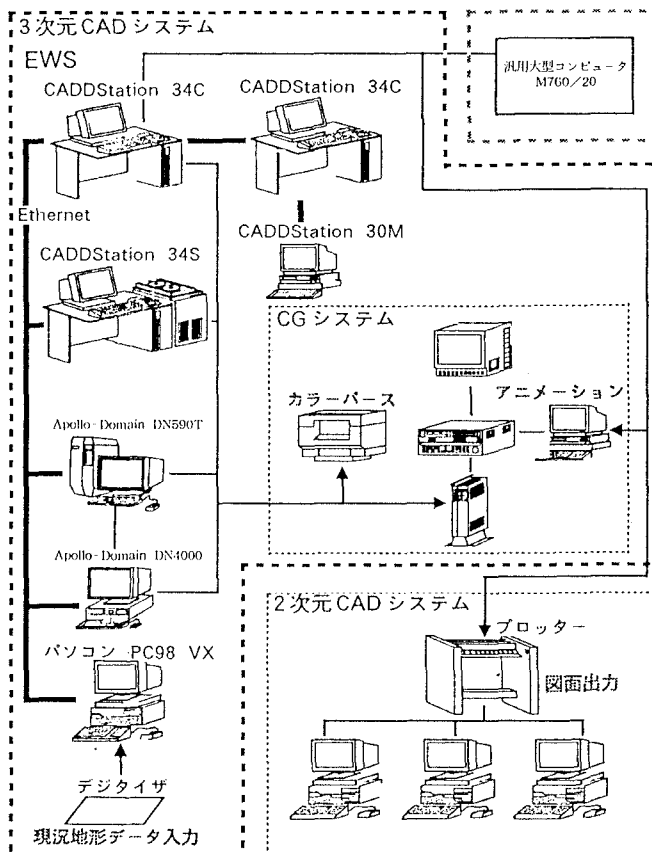


図-1 システム構成図

3. システム機能と処理フロー

当システムの処理手順は、図-2に示す通りである。

まず、ゴルフ場予定地の現況地形データを入力し、3次元現況地形モデルを作成する。次に、画面対話処理により、3次元現況地形モデル（ワイヤフレーム・モデル）上で、ホール・進入道路等のレイアウト・シミュレーションを行なう。3次元造成形状（平面・縦横断面）・施工数量（土量・面積）などをチェックしながら、高品質の企画設計が可能である。成果品としては、企画提案に必要な各種設計図面が自動的に出力できる。加えて、ワイヤフレーム・モデルからサーフェス・モデルを作成し景観図（カラー・パース）も出力可能である。

当システムの有する機能の概要は以下の様になる。

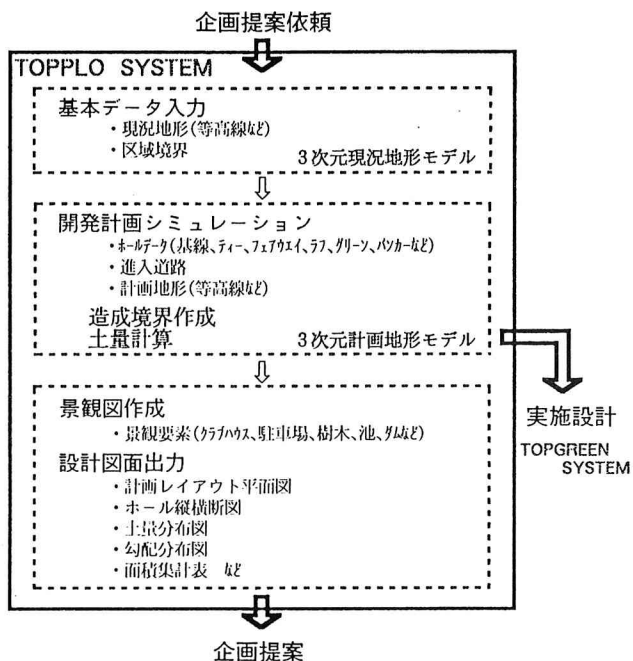


図-2 システム処理フロー

(1) 3次元地形モデルの作成：等高線などの現況地形データから現況地形モデルを、計画レイアウト等から計画地形モデルを自動作成する。ストリング要素で構成するワイヤフレーム・モデルと計算処理用のDTM(Digital Terrain Model)ファイルが作られる。現況地形データはデジタイザで入力し、パソコン(PC98)からネットワークを介してEWSに取り込む。

(2) ホールレイアウト：3次元現況地形モデル上でゴルフ場のホールレイアウトのシミュレーションが行なえる。用地境界内での全体平面配置を検討した後、1ホールずつ平面・縦断の両方向からティー・IP・グリーンの各位置（ホール中心線）を決定すると、3次元の基準ラフ形状を自動発生する。ティー・バンカー・グリーン等のホール要素は、基本的には用意してある形状パターンの配置のみで済む。なお、形状の修正は自在に可能である。



写真-1 計画レイアウト平面図

(3) 造成境界の作成：切土・盛土勾配を指定すると、3次元現況地形モデル上で各ホールのラフ形状に基づき法面計算を行ない、法面のすり付く造成境界を作成する。

(4) 進入道路の作成：ゴルフ場への進入道路の3次元線形、幅員、切土・盛土勾配などを入力することにより、現況地形モデル上に3次元の道路形状・造成境界を作成する。更に平均断面法による土量計算も行なう。

(5) 土量計算：現況・計画地形データから作成したDTMを比較し、メッシュ法により任意地域内の土量計算が行なえる。

(6) 各種設計図面出力：計画レイアウト平面図、ホール縦横断面図、土量分布図、勾配分布図、面積集計表などの各種設計図面を自動作図しプロッターより出力する。

(7) 景観図作成：計画完成予想の鳥瞰図などを、シェーディング処理したカラー・パースとして作成する。クラブハウス・池・樹木・駐車場・貯水池などの配置も可能である。

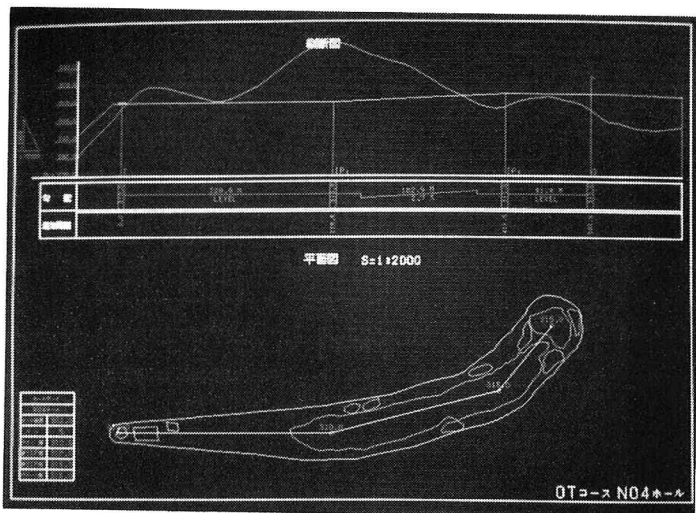


写真-2 ホール縦断面図

4. システムの特色

当システムは3次元CADシステムとして、開発にあたり特に以下の点を留意した。

(1) 対話型処理：作業道具を『図面とペン』から『ディスプレイとキーボード（マウス）』に置き換えて、画面对応での3次元シミュレーションモデルの操作により設計業務が進められる対話型処理を実現し、柔軟な試行錯誤・多角的な検討を可能とした。CADシステムとして最も重要な部分と考え、システム設計においてはユーザーとシステムエンジニアとの間の意志の疎通をはかり、設計者の設計思想・手順をシステム化してきたと考える。これにより、設計

者はより良いものという本来の設計業務自体に神経を集中すれば良いわけである。開発の基本思想として段階的な開発とリリースの繰り返しによるシステム構築を試み、成果を上げることができた。

(2) ビジュアル・プレゼンテーション：設計段階で利用する3次元ワイヤフレーム・モデルから、自動的に3次元サーフェス・モデルを作成し、シェーディング処理してアピール度の高いCG画面を作り、ハードコピー・写真・ビデオ等各種媒体に展開しプレゼンテーション資料として活用している。

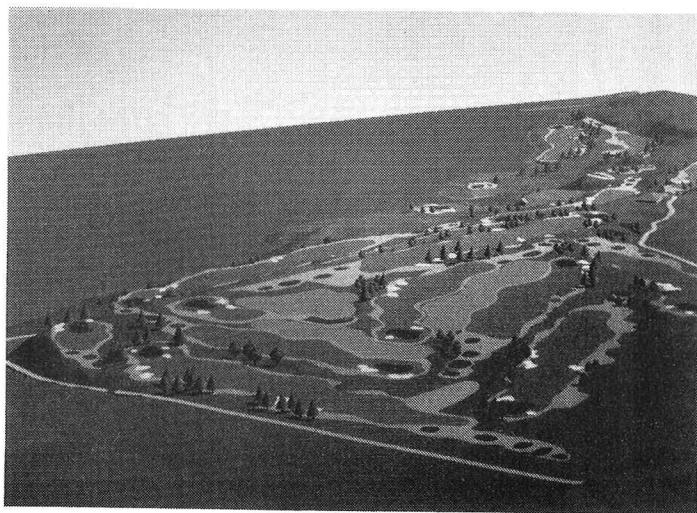


写真-3 景観図その1（カラーパース）

ワイヤフレーム・モデル（CAD用）からサーフェイス・モデル（CG用）へ同一データの展開で処理でき

た点、およびアニメーションへ展開できた点が有効であった。サーフェス・モデルを利用したのは、ゴルフ場の景観表現にソリッド・モデルが必要ないことと、データ量と処理速度の関係からである。

(3) 実施設計システムとの関係：

汎用大型コンピュータで稼動する当社保有のゴルフ場実施設計用システム(TOPGREEN)との間で双方向のデータ変換機能を用意し、実施設計段階への企画設計データの転送と、実施設計段階のカラーパース図の作成も可能とした。これにより、当システムはスタンドアローンなものではなく、設計データのより有効な活用がはかれたと考える。

(4) 設計作業の迅速化：出力図面の自動化など設計作業をCAD化したことにより設計処理時間が短縮され、副次的な効果として提案までのタイムラグ軽減や複数プランの比較検討が可能となった。



写真-4 景観図その2 (カラーパース)

5. おわりに

土木設計分野のCADシステムは、その対象の多様性・内容の複雑さのため、必ずしも整備されているとは言いがたい状況であろう。現時点では3次元CADシステムの範ちゅうは、特殊構造物や大型プロジェクトへの適用であり、すべての設計対象物を3次元形状でとらえ設計構造計算・景観表現の処理をする必要性はないと考える。しかしながら、将来的に設計業務での効率的コンピュータ利用上は不可欠なものである。そのような状況下において、実務に最適な3次元CADシステムの独自開発を推進していく以上、開発にかかる経費・時間・マンパワーなどと開発によるノウハウの蓄積を含めた総合効果とをどう評価するかが重要な問題になる。今回のシステム開発を通じて、3次元CADの今後の利用拡大のために重要と感じられたことを最後に述べる。

- (1) 現段階ではマシン側(ハード・ソフト)の機能開発に全ての問題解決を求めるのは難しく、最適な開発利用形態実現のためにはコンピュータ利用技術者(設計実務担当者)の育成(レベルアップ)が不可欠である。
- (2) 効率的なシステム開発のためには、有用な既存ソフトウェアをできる限り活用できるように、適切なシステム形態の選択と、設計データの容易な相互利用のためのネットワーク構築が必要である。
- (3) 大型プロジェクトに組み込んだシステム開発などは別にして、一貫処理の専用3次元CADシステムの開発は、ノウハウ蓄積としての価値はあるにしても最適な利用形態ではないと思われる。3次元CADシステムは汎用システムとしてのあり方が、今後の方向であるとすれば、そのためにはシステム上で汎用的に使用できる設計ルーチンの充実、およびそれらを自由自在に利用できるシステム構築が課題である。

当社における3次元CADシステム開発・利用に対する第一歩目のアプローチであった訳だが、うまく踏み出す事ができたと考える。今後もより一層の研究開発・利用を推進していく所存であるが、本稿が同じ課題を抱える関係者の一助となれば幸いである。