

ダム・洪水吐 3 次元CADシステム

日本工営（株）

見並善巳

1. はじめに

日本工営（株）は、1985年に初めてCADシステムを導入して以来、主に水力発電および灌漑プロジェクトの設計の省力化と標準化をめざし、多数のCADシステムを開発してきた。その中で、ダム・洪水吐 3 次元CADシステムは 2 年前に開発を終了して以来、多数の国内・海外プロジェクトで使用され、その実用性および有効性も証明されたため、今回この場で紹介するものである。

2. システム概要

当システムは、ダム・洪水吐および付帯構造物の 3 次元ソリッドモデルを作成した後、各種設計数量、洪水吐不等流計算、ダム安定計算、図面作成および完成予想写真作成、等の一連の設計作業を半自動的にこなすものである。図 1 に示すとおり、システムは 3 次

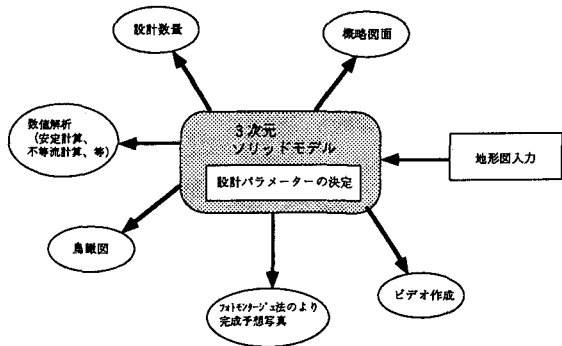


図 1 システムの概念図

元ソリッドモデルを中心に、各種出力ができるようになっている。当システムにより、従来の手作業と比べ、最適ダム規模、ダム軸、ダムタイプ、洪水吐規模等、多数の代替案比較検討作業に大幅な省力化が図れるため、きめ細かい最適化を行えるようになった。また、従来は不可能であった鳥瞰図や完成予想写真等、可視化も含めて付加価値を付けることも可能となった。

3. システムの目的

ダムの最適化設計は、ダム形式、ダム位置、ダム高（規模）、洪水吐位置、洪水吐ゲート、洪水吐減勢工形式、等に対して、多数の代替案比較検討を要求される。従来の手作業では、平均断面法にて設計数量を算出していたが、こういった作業は相当の時間がかかるうえに、単調な作業のため設計技術者のやる気をなくしかねない。当システム開発の主目的は、省力化と共にこういった問題の解消をめざすことであった。

さらに、最近国内においてはダムの景観設計も声高に言われており、設計の視覚化を要求される傾向にある。また当システムは 3 次元ソリッドモデルを適用しているため、鳥瞰図を作成できる。最近では鳥瞰図の作成依頼も多くなってきている。

4. システム環境

当社では、ハードウェアとしてHP社が提供するApolloシリーズのEWSを利用してい

る。また、ソフトウェアとしては、先述したとおり、3次元ソリッドモデラーとしてI-DEASを、図化用としてAuto-CADを使用している。

最近、ハードウェア技術の進歩は著しく、当社においてもApolloシリーズから他のコストパフォーマンスの優れたEWSへの移行を検討中である。ダム・洪水吐の自動モデル化プログラムはI-DEASのマクロ言語を使用しているので、他機種への移行は容易である。

4. モデル作成

当システムは、(1)地形/地質情報処理、(2)ダムモデル作成、(3)洪水吐モデル作成、(4)その他付帯構造物モデル作成、(5)構造・水理数値計算の5つに大別される。

まず最初に、地形処理として、スキャナーによりダムサイトの等高線データを入力する。標高値の入力を終了した後、GTM(Gridded Terrain Model)と呼ばれる3次元メッシュデータに変換し、I-DEAS内で地形の3次元モデルを作成する。図-2がコンピュータに入力された等高線の例である。軟岩層および硬岩層についても同様の手順を踏むことによって、詳細な地質情報を入力できる。

ダムのモデリングについては、中央遮水型ロックフィルダム、重力式コンクリートダム、コンクリートアーチダム、均一型アースフィルダムおよび表面遮水型ロックフィルのプログラム化を完了した。ダムの主な設計パラメーターは、ダム天端標高値、ダム軸座標値、設計勾配(ゾーン型の場合には各ゾーンの設計勾配)などである。ユーザーがこれらの設計パラメーター値を決定すれば、ダムの3次元モデルを作成し、数量算出およびダム安定計算まで自動的に行なう。一例として、アーチダムのパラメーターを図-3に示す。

洪水吐のモデリングについても、それぞれのダムタイプに適

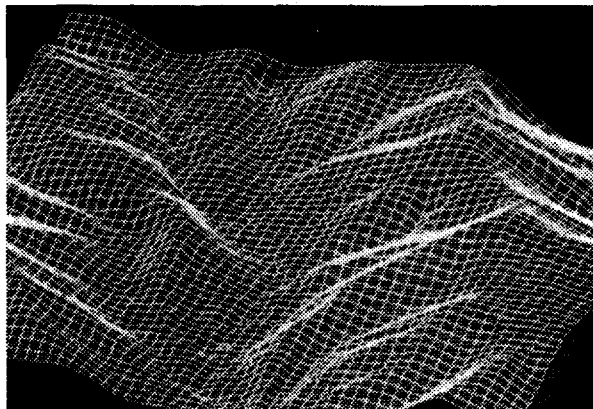


図-2 ダムサイト地形図の入力例

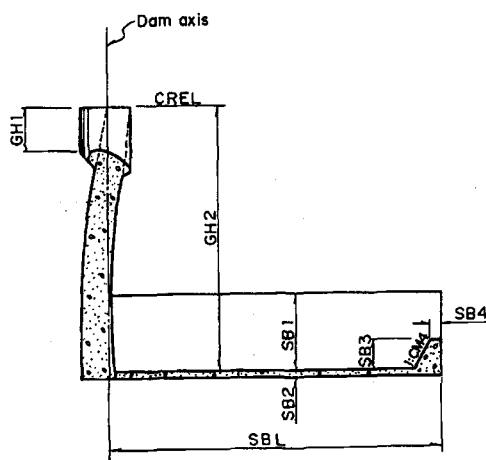


図-3 アーチダムの設計パラメーター例

した洪水吐モデルを作成できる。主な設計パラメーターは、洪水吐軸座標値、ゲート巾、ゲート数、横越流堰の長さ、シュートウェイ勾配などである。ダムと同様に、設計パラメーター値決定後、数量算出および洪水吐不等流計算まで自動的に行える。ロックフィルダム用洪水吐の減勢工としては水平水叩き式とフリップバケット式を、コンクリートダム用としては同じく水叩き式とローラーバケット式が選択できる。

5. 出力

当システムの出力は、基本設計レベルの設計数量（土工量およびコンクリート量）、概略図面、および鳥瞰図である。さらに最近は、当システムが3次元ソリッドモデルを採用している利点を利用して、フォトモンタージュによる完成予想写真およびビデオ作成まで可能となった。

設計数量は、前述の設計パラメーター値を設定した後、プログラムを起動すれば各構造物のモデルが自動作成され、瞬時に設計数量が算出できる。出力可能な数量はコンクリート量と土工量であり、土工量については各地層ごとの掘削数量および各ゾーンごとの盛土量がそれぞれ算出できる。しかしながら、数量計算はI-DEASにより数値計算的に求められるため数量計算書等のバックデータが出力できない。

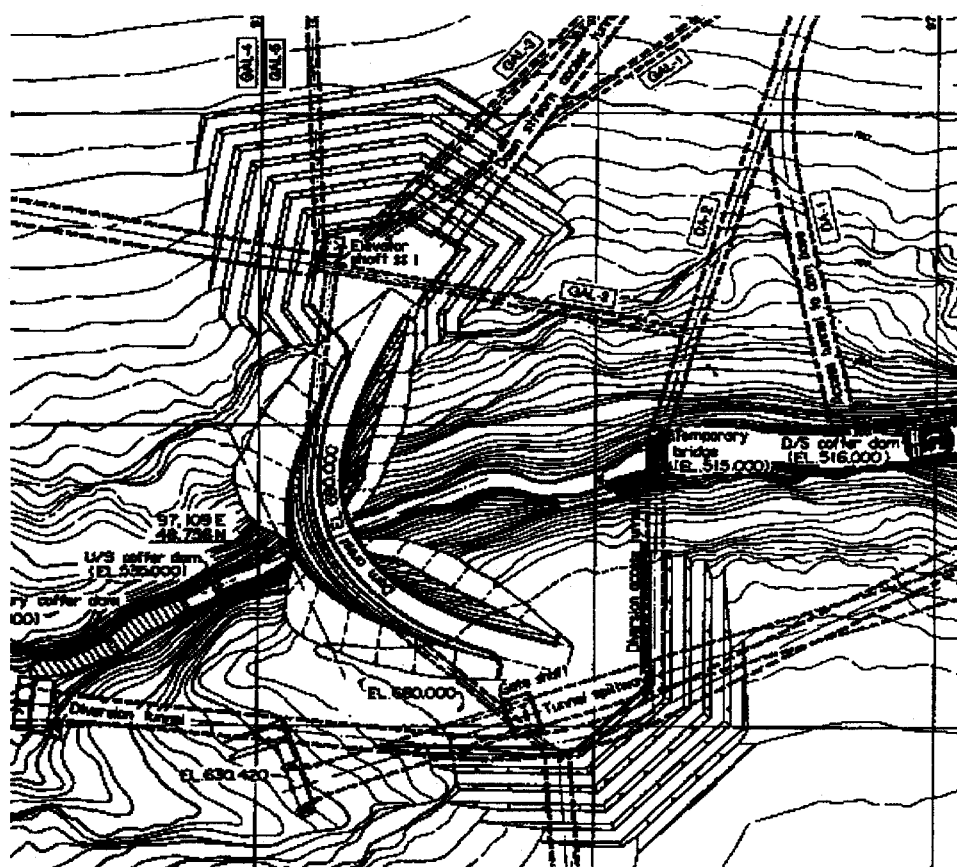


図-4 概略図面の出力例



図ー5 アーチダムの鳥瞰図出力例

I-DEASには寸法値・文字を画像入力する機能がないので、形成されたダム・洪水吐モデルを図面化するために、図化用ソフトウェアAuto-CADにデータを転送する。この際、3次元ソリッドモデルの輪郭線がAuto-CADに転送され、その座標値は相互

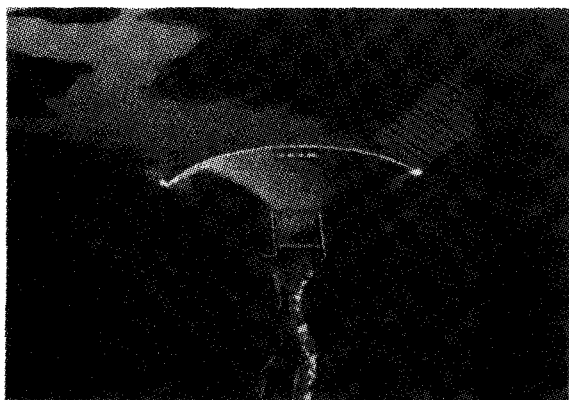
に一致している。当システムにて出力された概略図面例を図ー4に示す。

3次元ソリッドモデルを採用していることにより、ダム・洪水吐の鳥瞰図を作成できる。鳥瞰図は任意視点より、また拡大・透視図も可能であり、最近では数枚の鳥瞰図を客先に手渡ししたりしている。図ー5が当システムにて作成されたアーチダムの鳥瞰図例である。

当初は鳥瞰図で社内担当者も満足していたが、それがコンピューターっぽく稚拙であるとの意見もあり、フォトモンタージュ法により現地写真と合成したダム完成予想写真を作成できるようにシステムを拡張した。図ー6がダム完成予想写真の出力例である。

6. おわりに

2年前より当システムを実務に適用し、これまでに10以上のダムプロジェクトを実施した。ダム設計に最低限必要な出力は可能である。またユーザーの要望も徐々に膨らんでおり、現在もなおそれに合わせてシステムの改良・拡充を行っている。例として、ダムのビデオ作成の開発も最近終了し、ビデオの試作品もできた。



図ー6 フォトモンタージュによる完成予想写真例

細部においてまだまだ改良の余地はあるにせよ、実務に適用し、ユーザーより評価を受けると、システム開発の意義はあったと喜んでいる次第である。