

地下ダム建設における三次元地質解析及びその応用

昭和地下工業（株）正会員 姜 升君
九州大学 正会員 江崎哲郎
沖縄県農林水産部 神谷嘉明

昭和地下工業（株） 古川博恭
昭和地下工業（株）小野山裕治
西松建設（株） 田中壯明

1. はじめに

地下ダムは、ダム機能以外にも地表ダムより土地利用や環境の面でいろいろなメリットがあり、特に地表水が存在しないか、または十分でない地域にとって新しい水資源確保の一方式として注目されている。日本では、昭和 40 年代後半から沖縄県宮古島皆福、長崎県野母崎町樺島をはじめ、今まで数カ所の地下ダムが完成し、実用に供されるようになった。このように我が国では、地下ダム建設の技術が世界的に先駆けて蓄積されてきた。しかし、ここ数年情報化社会が目まぐるしい進歩を背景にして、建設 CALS が進められている中で、三次元的な空間情報技術と解析方法を導入し、地下ダムの建設技術をさらに高めることが極めて重要になってきている。

地下ダムの建設過程の多くが直接確認できない地下空間で行われているため、地下の状況を空間的に分かり易く把握することがまず重要である。そこで、本文では三次元地質解析システムを導入し、ボーリングデータを用いて地下ダム域の地質構造を三次元的に解析した。また、その結果を地下ダム建設の計画・設計・施工に応用することを検討した。

2. 解析システムの概要

本文で三次元地質解析に用いた解析ソフトは株式会社 CRC 総合研究所によって開発された Georama である。この解析では、地質モデルは地質境界面の 3 次元的分布を示す格子データと地質境界面間の論理関係を処理する関係データからなる。地質境界面間の論理関係を処理する関係データは面種（面のどちら側を定義するかを決定するパラメータ）やプライオリティ（優先度）などから作成する。境界面格子データは最適化原理による地層面の推定法で作成する。この手法では、制約条件付きの非線形最適化問題として最適解を求める。解法としては外点ペナルティ法を用いる。

$$Q(f) = m J(f) + a F(f)$$

Q: 拡大目的関数、J: 目的関数
F: 制約条件、f: 求める境界面
m: 目的関数の重み、a: 制約条件の重み

ここで目的関数は面の滑らかさ等を、制約条件は、実際に入力するデータを表す。

求める境界面の位置（格子データ）f は、Q を最小にすることによって求める。

3. 解析過程と解析結果

3.1 解析過程

解析の流れは概ね1)地形情報の生成、2) 解析設定、3)データの入力、4)境界面解析と修正の順である。

まず、地形図からデジタイザで入力した地形コンターデータを格子データに変換し、地形データを作成する（図—1）。次に、解析格子数等の基本設定、解析地域の地質登録、境界面の属性設定などの解析設定を行う。そして、ボーリングなどの地質調査データを入力する。最後に境界面を推定して三次元地質モデルを作成する。

3.2 解析結果

本文では南西諸島隆起サンゴ礁地域のA地下ダムを例にした。このダム域の主な地層は貯留層の第四紀琉球石灰岩層と基盤の凝灰角礫岩からなる。この石灰岩は厚い赤褐色粘土層に覆われている。

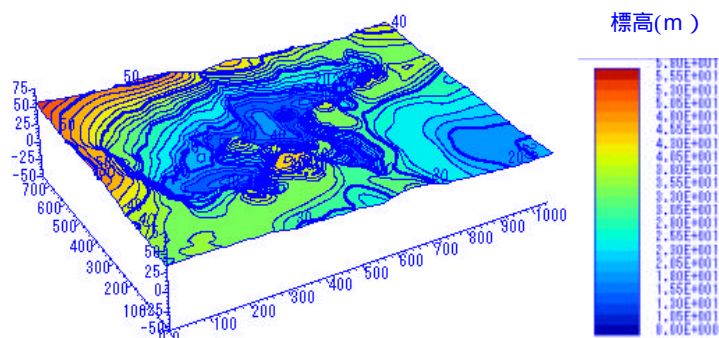
今回、このダム域のボーリングデータを用いた三次元地質解析の結果は図—2 に示す。この三次元地質モデルは任意の断面や各境界面の情報等で見る事ができる。

4. 地下ダム建設への応用

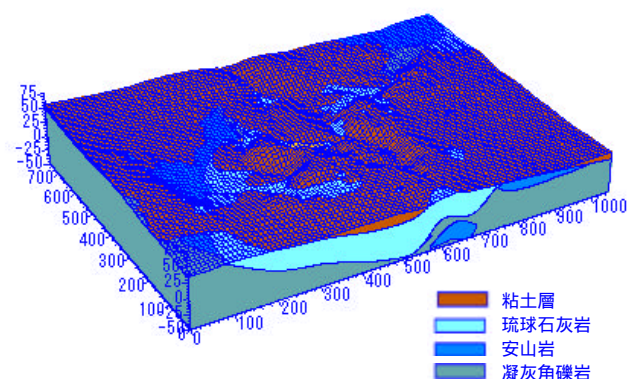
三次元地質構造の解析結果は地下ダム建設の各段階において様々な利用がある。地下ダム適地を検討する際に、良好な貯留層の分布や地下水の受け皿となる難透水基盤の形状などは重要な水文地質条件とされてい

Keywords: 地下ダム、三次元地質解析、GIS（地理情報システム）

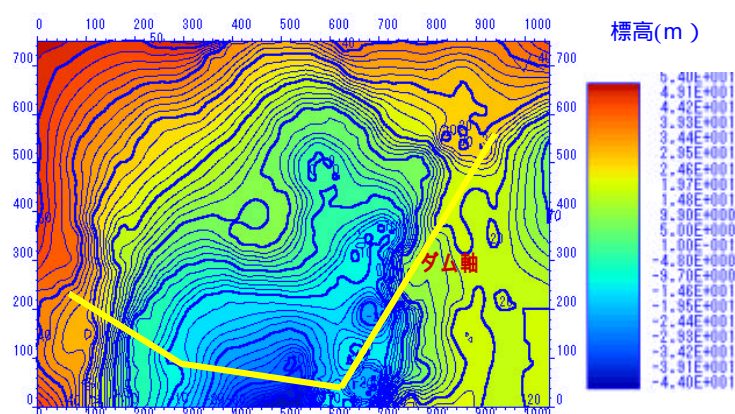
連絡先：福岡市南区大楠3丁目19番29号 TEL.092-531-2237 FAX.092-531-2040



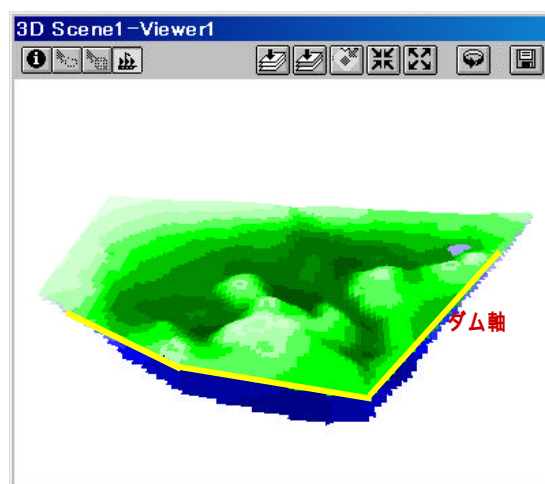
図— 1 解析領域の地形格子データ
(座標単位：m、他図同)



図— 2 ダム地域の三次元地質解析の結果図



図— 3 不透水性の基盤岩上面等高線図



図— 4 ダム域内の貯留層の上下境界面の GRID データ

る。三次元水文地質構造の解析はこれらの条件を考える上で、いろいろな図面データが提供できる。例えば、三次元解析の境界面間の計算によって貯留層層厚分布図が作成できる。図— 3 に示すのは石灰岩貯留層の下部境界面と他の境界面をもとに作成した不透水性基盤上面の等高線図である。

また、三次元地質解析結果から得られた境界面データを用いて GIS (地理情報システム) 上で地下ダム建設に関する総合的検討、定量的な解析を行うことが可能である。例えば、貯留層の分布、不透水性基盤上面の形状、地表地形などの要素を総合的に解析した上で、地下ダムの最適設計案を提出することが考えられる。もう一つの例として、GIS のサーフェスの解析機能を用いて貯留層の石灰岩層の表面と基盤岩上面構造のデータ (図— 4) から、ダム軸で囲まれた貯留層の体積を求め、貯水量を効率的かつ正確に求めることが可能である。

5. まとめ

三次元地質解析システムを利用して、複雑な地質構造を限られたデータで適切に三次元的に解析することは、従来の手法より、作業の効率化、精度向上、客観性などのメリットがある。デジタル化された三次元地質情報をもとに地下ダム建設に必要な各種計画・設計図面を自動的に作成できる。また、貯水量などの計算も境界面解析の結果に基づいて正確に行うことが可能である。

今後、これらの地質や地下水などの空間情報を総合的に解析した上で、地下ダムの最適設計技術支援システムを構築していく予定である。

参考文献：

- 古川博恭：地下ダムによる水資源開発の最近の動向、1999.
- 江崎哲郎：地盤工学分野への GIS の利用の現状と将来、土と基礎、Vol.48, No.1, pp.1-4, 2000.
- 田中壯明他：地下ダム建設に関する施工技術、土と基礎、47-3(494)、pp.33-35, 1999.
- 仲村 剛：カンジン地区地表湛水型地下ダムの設計概要、水と土、No.105, pp.12-20, 1996.