

【3次元設計に向けた協調領域(その3)】

砂防堰堤パラメトリックモデルの活用に向けた検討と課題

日本工営(株) ○河合 政岐・萱島 洋子・山田 憲治
 パシフィックコンサルタンツ(株) 飛岡 啓之・菊池 将人
 (株)オリエンタルコンサルタンツ 井川 忠
 (株)建設技術研究所 奥野 敏也
 八千代エンジニアリング(株) 矢野 孝樹

1. はじめに

近年、国土交通省の方針の下で土木分野におけるBIM/CIM活用は急速に拡大し、調査・設計から施工、維持管理に至る各段階で、同一の3次元モデルを基盤とした情報連携が求められている。砂防事業においても活用が進められており、活用目的も可視化や合意形成にとどまらず、干渉確認、施工計画、数量算出、積算、出来形・維持管理データへの連携など、多くのプロセスへの活用が求められている。今後、3次元モデルは「作るだけ」から「契約・設計・積算・施工・維持管理でも使い回す」段階へと移行してゆくことが求められている。

一方で、業務における現状では、3次元モデル作成に要する手間が依然として大きい。砂防堰堤の設計は軽微な地形変化や地盤条件による影響が大きく、設計基準に基づいた形状に対する現場条件による変更が頻発する。そのため、2次元図面起点で3次元化すると修正のたびに手戻りが生じ、二重作成・修正による作業負担やミスの発生など、実務上での課題が顕在化している。

建設コンサルタンツ協会では、上記の課題や若手技術者の不足や技術者の高齢化などに対し、設計業務の効率化・高度化を通じて建設事業全体の生産性向上に資する「協調領域」の明確化を目的とした検討を進めており、砂防分野では、「砂防堰堤の3次元設計」及び「施工計画」に着目した協調領域の検討を進めている。

本報告では、これらの取り組みのうち、3次元設計における砂防堰堤パラメトリックモデルの活用に向けた検討内容と課題などについて報告する。

2. 砂防堰堤パラメトリックモデルの要件整理

2.1 パラメトリックモデルとは

パラメトリックモデルとは、「あらかじめ定義されたテンプレートに対応する寸法値等のパラメータを入力するだけで、簡易に作成及び修正が可能な3次元モデル¹⁾とされている(図1)。なお、本報告での砂防堰堤パラメトリックモデルでは、構造物の3次元モデルを作成することを主体としているが、河床勾配等を入力して堆砂面を作成、施設効果量を算出するモデルなども広義にはパラメトリックモデルに含まれるものと解釈している。

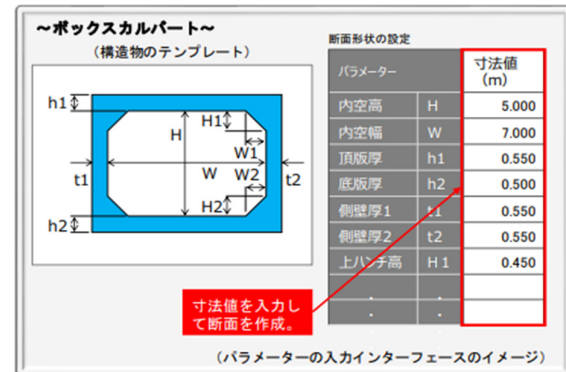


図1 パラメトリックモデルのイメージ¹⁾

2.2 実務適用に向けた現状の課題と方向性

砂防堰堤のパラメトリックモデルについては、ソフトベンダーや各社で研究・開発などが進められているが、実務への活用という観点では事例は少ない状況である。

現状の開発・研究状況及び実際の砂防堰堤設計の状況から、砂防堰堤のパラメトリックモデルの実務活用への課題としては以下のようなことが挙げられる。

砂防堰堤では、図1のボックスカルバートのように構造物単体として形状が決まるわけではなく、堰堤の基礎部や袖部の根入れ、岩盤分布の状況など地形地質条件に応じて形状が決定されるため、堰堤の位置や方向が少しでも変化すると堰堤形状が変更となる。

さらに、前庭保護工の配置・形状や間詰工の形状、それらを踏まえた施工計画によっても堰堤形状が変更となる場合もあるほか、袖折れ形状の堰堤や、左右岸で勾配・高さを変更する場合、副堰堤を回転させる場合など、あまりにもパターンが多く、パラメータ項目が多くなる。

砂防堰堤設計における基準は、河川砂防技術基準・土石流流木対策設計技術指針などにより基本的な設計基準として整理されている。しかし、細部の設計基準、例えば、基礎部の根入れの必要深さや根入れを確保すべき位置などは各地方整備局や事務所、各自治体で異なる。このような根入れ等の数値だけではなく、確保する位置などの条件の多様性(ローカルルールの存在)はパラメトリックモデルの構築・活用に向けての障壁となる。

上記のようなことから、現段階では、いきなり詳細設

計の図面・数量作成におけるパラメトリックモデルの構築・活用は難しい状況と考えられる。

一方で、砂防堰堤の施設配置や最適案の決定に向けた概略～予備設計段階においては活用・適用性が高い。特に、施設配置検討では、堰堤位置や高さが変わるたびに、平均断面法などにより効果量を算出し、堰堤高を決定した上で図面作成、概算数量算出などを繰り返しており、非効率である。パラメトリックモデルを構築・活用することで、①パラメータの入力→②施設効果量の算出→③3次元モデルからの概算数量算出、という流れの作業を効率化することが可能である。

また、パラメトリックモデルで構築する3次元モデルを活用することで高度化される部分もある。例えば、不透過型堰堤による抑制土砂量などをパラメトリックモデルで作成される堆砂範囲に基づいて、谷次数線から算出することが可能(図2)となるほか、H.W.L面や余裕高面と建物や道路などの支障物の干渉を簡易に把握することも可能である。

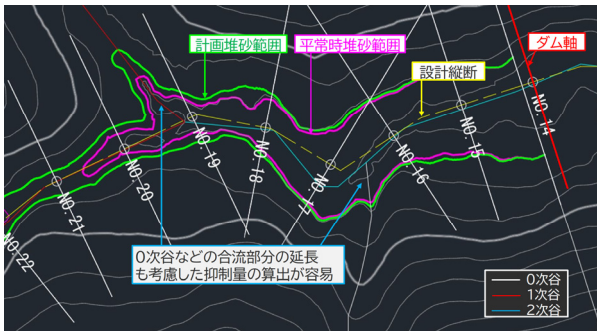


図2 3次元モデル堆砂面からの抑制量算出イメージ

2.3 パラメトリックモデルにおける共通化(協調領域)

パラメトリックモデルを効率的・効果的に活用してゆくには、基本的なパラメータの位置・名称を定義・統一しておく必要がある。例えば予備設計段階のモデルとそのパラメータを引き継いで詳細設計を実施する場合、設計業者及びソフトウェア毎にパラメータの定義が異なると引き継いだモデルが活用できず、詳細設計で新たにモデルを構築し直すという二重手間が発生する(図3)。

また、前述のとおり、砂防堰堤は堰堤の位置や方向を変更すると堰堤の形状も変更する必要がある。パラメトリックモデルとして、堰堤形状、特に根入れ部の段切り形状を固定化した座標や数値で入力するようなモデルでは地形地質に応じ毎回数値を再入力することとなり非常に手間が多くなる(図3)。そのため、段切り形状などは基準に応じた条件値を設定した上で、堰堤位置や堰堤高を変更しても、ダム軸の地形等に応じた3次元モデルが自動で作図されることが望ましい。

これらの点を踏まえると、パラメトリックモデルのパラメータ項目の基本的な定義(項目・位置・名称等)は

砂防分野における協調領域として設定することが望ましい。なお、設定するのは基本的なパラメータ項目である。ソフトベンダーや各社で開発する特徴的なパラメータ項目などは競争領域と考えており、今後、詳細設計への活用に向けても開発が進んでゆくことが望ましい。

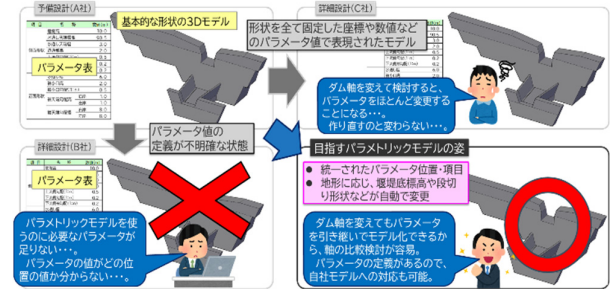


図3 実務で求めるパラメトリックモデルイメージ

3. データ交換に向けたパラメータ項目(案)

上記の点を踏まえ、協調領域WGの砂防SWGではデータ交換に向けた砂防堰堤の基本的なパラメータ項目(案)の検討を進めている(図4)。パラメータ項目(案)は、データを引き継いだ際の3次元モデルの構築・復元に必要な「必須パラメータ」や「補助パラメータ」、多様な3次元モデルを構築するための「任意パラメータ(競争領域)」に分類し(表1)、最低限引き継ぐべきパラメータ項目を明確にするとともに協調領域と競争領域の区分も把握可能なよう整理してゆく予定である。

表1 データ交換に向けたパラメータ分類(案)

| パラメータ種別 | 概要 | 項目例 |
|---------|--------------------------------|-----------------|
| 必須パラメータ | 基本的な構造の3Dモデル構築に必須となるパラメータ | 天端幅、上下流法勾配 等 |
| 補助パラメータ | 3Dモデルの構築・復元に活用される補助・条件となるパラメータ | 必要基礎根入深、水叩底面高 等 |
| 任意パラメータ | 3Dモデルの構築を多様化するパラメータ(競争領域) | カットオフ形状 等 |

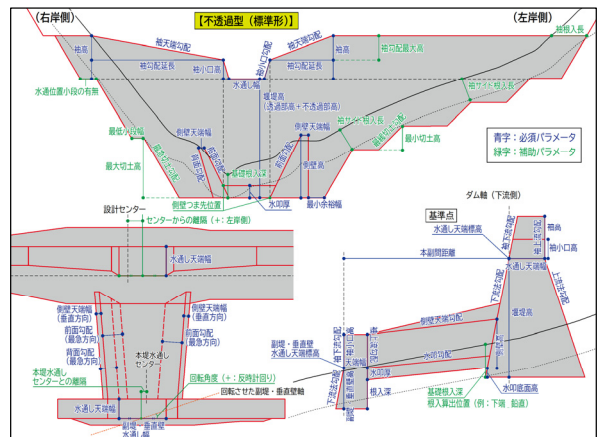


図4 パラメトリックモデルのパラメータ項目(例)

【参考文献】

1)国土技術政策総合研究所(2021):データ交換を目的としたパラメトリックモデルの考え方(素案)