

# パラメトリックモデルを活用した3次元設計技術の開発

- 溪流保全工概略設計への具体的取組 -

(株) ラグロフ設計工房 ○吉川 諒大・山本 貴裕・石澤 好則・金重 稔  
 パシフィックコンサルタンツ (株) 菊池 将人・堂ノ脇 将光・上葛 健太  
 ダッソー・システムズ (株) 和泉 弘龍

## 1. はじめに

国土交通省が推進する BIM/CIM は、建設分野の生産性向上を目的として 2008 年に導入された。調査・設計・施工・維持管理の全ライフサイクルでのデータ活用やトータルコスト削減を目指し、3次元モデルの利活用や属性情報の統合が進められている。

しかし、現状の3次元モデル作成では、2次元設計成果から3D-CAD等により3次元モデルを作成するという非効率な作業があるため、この部分の効率化が課題である。この課題には、品質を保ちながら作業負担を減らす工夫が求められる。その解決策の一つが「パラメトリックモデル」であり、パラメトリックモデルとは、あらかじめ用意された構造物テンプレート(標準断面/標準的な立体図)の中から、作成したい物を選択し寸法情報・接続情報などの諸条件を入力することで3Dモデルを簡便に作成できるモデルのことである<sup>1)</sup>。

菊池ら(2024)は、パラメトリックモデルを活用した溪流保全工の設計支援システムの開発について、その有用性を報告している<sup>2)</sup>。溪流保全工の設計では、地形条件に合わせて床固工、帯工、護岸工を配置する必要がある。従来の設計では、平面図や縦横断面図を用いて、計画と検証を何度も繰り返す必要があるため、時間がかかる上、修正前の形状等が残っている等、ヒューマンエラーの原因になりうる。

以上の背景を踏まえ、本稿では、3次元地形データを基盤にパラメトリックモデルを溪流保全工設計に適用する場合の課題と対策、および従来の2次元設計を用いた方法との比較を行い、その結果について報告する。なお、本稿の報告において、パラメトリックモデルはダッソー・システムズが提供する「3DEXPERIENCE CATIA」(以下略称CATIA)を使用した。

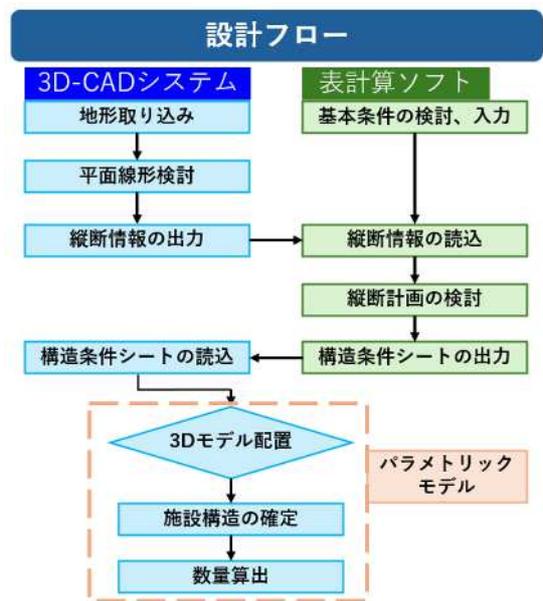
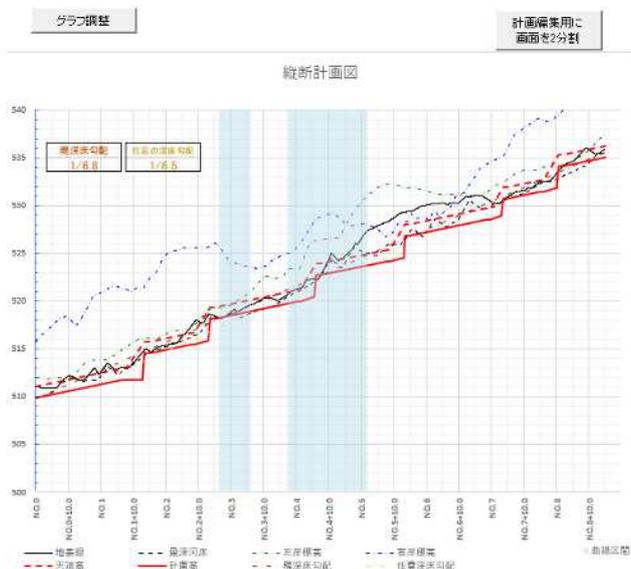


図-1 パラメトリックモデルを活用した設計フロー



Unlock	測点NO	測点+O	*計画高	*修正高	距離	構造物	位置説明	標高	天溝幅	水厚幅	注路の計画値
	上流基準点	NO. 8	+ 15.0	525	175.0	175	垂直壁				
	接付区間						接付区間の縮小内径1'を考慮すると、必要接付区間長は、12.9 mが必要 この場合、接付下流線時の上端は、NO.8より下流に設置すること				
	接付下流線点	NO. 8	+ 2.1	524.08				3.0	1.5	1/10.0	
	流路工1										1
	施設1	NO. 7	+ 5.0	520.58	531.36571	154.8		2.5	1.5	1/10.0	
	流路工2										1

図-2 縦断計画図テンプレート (Excel)

## 2. 溪流保全工設計における具体的な取組

前述の課題対応として、図-1 に示すパラメトリックモデルを活用した設計フローに基づき検討を行った。

3D-CAD 上で平面線形を検討し、その結果得られた縦断情報を表計算ソフトへ連携させ、縦断計画を行う。これにより、縦断計画に基づきパラメトリックモデルに反映させることで、設計検討段階と 3 次元モデル作成プロセスとの統合を図った。なお、表計算ソフトには Microsoft® Excel (以下、Excel) を使用した。2.1 および 2.2 にて本システムの構築例について述べる。

### 2.1 縦横断テンプレートの構築と設計プロセスへの適用

溪流保全工における従来の縦横断計画は、縦断図と横断図を個別に作成・検討する必要があり、設計条件の変更が生じるたびに双方を手動で修正する手間があった。パラメトリックモデルを用いた設計では、これらを一体的に検討することができる。

縦断計画では、計画河床勾配や床固工を設定し、護岸背後地の地盤情報を可視化して縦断条件を検討可能とした。横断計画では、計画河床幅と縦断勾配に基づき計画高水位を自動算出し、それに応じて溪床構造や護岸高を連動して設定できるようにした。また、床固工・護岸工の設計では、護岸高を基準に施設の位置や落差を入力すれば、前庭保護工や帯工を考慮した縦断計画が反映される(図-2)。

これらの計画はテンプレートに入力することで、縦断・平面の施設配置点が自動生成され、3D-CAD に取り込める形式で出力される。これにより、手作業を要していた従来の設計と 3 次元モデル作成の連携が大幅に効率化される。

### 2.2 縦横断テンプレート連携による 3 次元モデル生成手法

縦横断テンプレートの情報をパラメータとして 3D-CAD に取り込み、3 次元モデルの作成と検証を行う。

床固工の設計は、水通し、断面形状、袖部および前庭保護工を検討する。パラメータとして取り込んだ施設配置点の情報と地形との関係から床固工等の 3 次元モデルを自動生成する。前庭保護工の側壁は、流水の越流を考慮した位置と垂直壁位置を考慮し自動生成する。

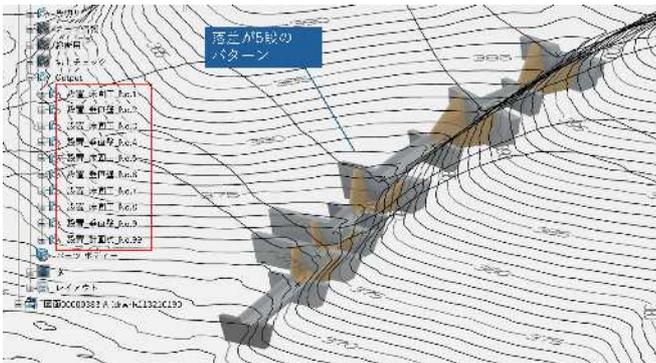


図-3 パラメトリックモデルにて生成された 3 次元モデル

護岸工では、湾曲部の遠心力による水位上昇を考慮し、嵩上げ高と擦り付け延長をパラメータ入力することで、護岸形状を容易に生成できる(図-3)。

土工では、法面勾配・小段幅・法面高を入力することで、検討結果を反映した法面を自動生成する。

## 3. 従来法と比較した効果の考察

前述したパラメトリックモデルを用いた設計の効率性を評価するため、従来の 2 次元図面(平面図・縦断図)による設計手法と、作業時間および効果を比較した(表-1)。

表-1 検討結果の考察

項目	従来法	パラメトリック法
作業方法	平面計画、縦断計画、横断計画を別々に検討し、整合を図る	平面計画、縦断計画、横断計画におけるコントロールポイントを考慮して、設計諸元を一体的に検討し、パラメトリックにモデリングする
効率	各図面間での整合性を確認・修正する必要があり、ミスの原因となる	平面、縦横断計画に基づくモデルのパラメータ設定時に相互の整合が図られ、ミス防止に役立つ
作業時間	13時間	3時間
改善効果	-	ミス防止のほか、作業時間の大幅な短縮につながる可能性がある

## 4. おわりに

本稿では、溪流保全工のテンプレートモデルを用いた設計手法を検証し、「経験と 2D-CAD による試行錯誤」から「条件を一元管理し画面上で繰り返し検討」する手法への転換が可能であり、大幅な生産性向上が期待できることを確認した。

また、①土工を含む概算数量を算出し数量管理と連動して積算を効率化、②地域特性を考慮したテンプレートを向上させ、各種基準に適用することが期待される。

今後は、計測・施設管理データと連携し、BIM/CIM 環境での評価が可能なシステムを開発し、砂防分野の DX 推進に貢献したい。

### 【参考資料】

- 1) 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), 国土技術政策総合研究所, 2022 年 3 月
- 2) 菊池ら(2024): 溪流保全工を対象とした 3 次元設計システムの開発, 令和 6 年度 砂防学会研究発表会
- 3) 国土交通省 河川砂防技術基準 設計編 2024 年 3 月
- 4) 設計数量管理機能(試行版), 国土技術政策総合研究所, 2024 年 4 月