

砂防事業でのCIM活用の課題と展望

(株) オリエンタルコンサルタンツ ○佐藤厚慈, 井川忠, 岩岸栄代
国土交通省関東地方整備局富士川砂防事務所 菊池暲, 山野利勝, 小林幸博

1. はじめに

国土交通省では、社会資本整備に関わる計画・調査・設計段階から3次元モデルを導入し、その後の施工・維持管理の各段階においても情報を充実させながら一連の建設生産システムにおける受発注者双方の業務効率化・高度化を図るためのCIM (Construction Information Modeling/Management) の導入・普及を推進している。

砂防事業では、航空レーザ計測や地上レーザ計測の普及に伴う3次元データの活用が進み、近年ではUAVレーザを活用した詳細地形データの取得も増加傾向にあることから、生産性向上へ向けてCIM技術の更なる普及が期待されている。

ここでは、砂防堰堤の詳細設計で実施したCIMモデル活用により得られた課題と今後の展望について報告する。

2. CIMモデルの詳細度及びソフトウェア

CIMモデルの詳細度(LOD)は、砂防編のCIM導入ガイドライン策定前であったため、共通編及びダム編を参考に外形形状を正確に表現するレベル300とした。

表1 CIMモデルの詳細度

CIMモデル	詳細度(LOD)	備考
地形モデル(濁沢流域)	地図情報レベル500	H30釜無川流域砂防施設測量業務
地形モデル(黒桂沢流域)	地図情報レベル500	H30早川流域砂防施設測量業務
構造物モデル	300	構造物(ダム)を参考に設定 構造物の形状を正確にモデル化
施工ステップ	300	施工状況、重機配置を表現
統合モデル	300	

表2 CIMモデル作成ソフトウェア

CIMモデル名	対象	モデルの種類	ファイル形式	ソフトウェア名	バージョン
地形モデル	地形	サーフェス (面-TIN形式)	LandXMLおよびdwg	AutoCAD Civil3D	2019
地盤モデル	ボーリング柱状図 地質断面図	ソリッド	IFCおよびdwg	AutoCAD Civil3D	2019
土工形状モデル	基礎掘削線	サーフェス (面-TIN形式)	LandXMLおよびdwg IFCおよびdwg	AutoCAD Civil3D	2019
構造物モデル	砂防堰堤	ソリッド	IFCおよびdwg	AutoCAD Civil3D	2019
統合モデル	上記モデルを統合	サーフェス+ソリッド	nwf、nwd	InfraWorks・NavisWorks	2019

3. CIMモデルの作成

地形モデルは、広域の航空レーザ計測データ、設計範囲のUAV計測データを用いて解析処理を行い、現況地形モデル・TINサーフェスモデル・地形モデル・構造物モデル・土工形状モデルを作成し、これらを統合したモデルを作成した。

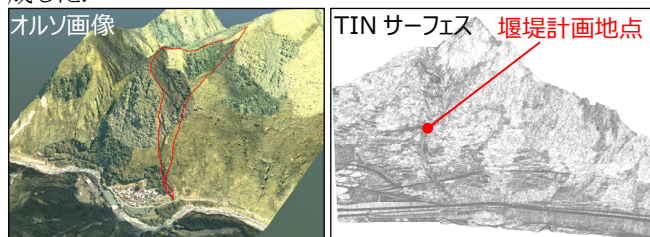


図1 地形モデルの作成例

構造物モデルは、フランジやベースプレートを含めた鋼製部モデルと堰堤本体モデルを合成し、掘削形状のTINサーフェス、地質モデルをそれぞれ作成した。

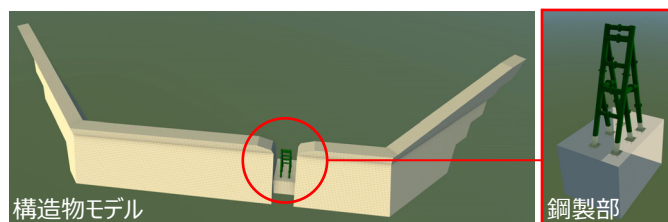


図2 構造物モデルの作成例

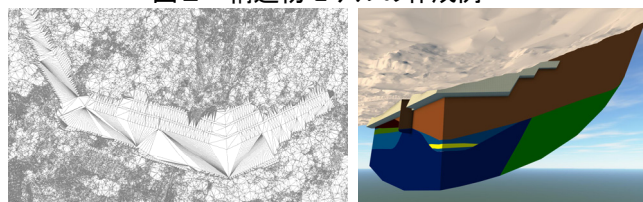


図3 掘削形状と地質・土質モデル

各モデルを用いた統合モデルを作成し、コンクリートや鋼製部の各種部材に対する属性情報を付与することで、詳細な材料や体積、面積等を把握することができる。



図4 統合モデル作成例

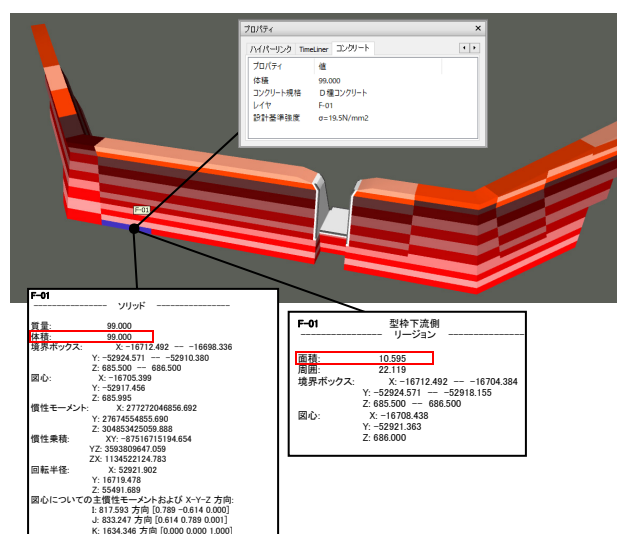


図5 CIMモデルの属性情報表示

4. CIM活用による効果

4.1 砂防堰堤の根入れ照査

3次元の場合は、一定の間隔に作成する堰堤軸の横断面図を作成しなくても地盤の傾斜を考慮しながら確実に根入れを確保できているか視覚的に把握できる。このため、2次元で作成した結果に比べて、短時間で精度の高い成果が得られ照査精度の向上が期待できる。

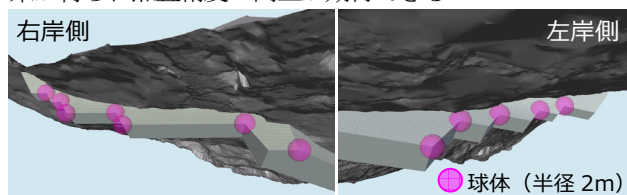


図6 根入れの照査状況(土砂地盤)

4.2 精度の高い掘削形状の確認

2次元の図面作成では、地盤や構造物の変化点で堰堤軸横断面図を作成後、掘削形状・埋戻し形状を設定して平面図に投影する。3次元の場合、構造モデル作成後に点群から作成した土工モデルと結合し、土質に応じた掘削勾配を入力することで現場の実態に近い掘削範囲・用地範囲を考慮した図面を短時間で作成できる。

また、3次元モデルを活用した場合に数量を確認したところ、構造物の数量は同様であるが、土工量については明らかな差が確認された。

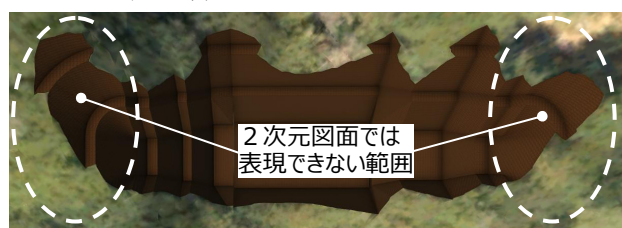


図7 3次元モデルの掘削形状

表3 2次元, 3次元の数量比較

部位	単位	数量			
		①2次元	②3次元	差分①-②	割合(%)
コンクリート	m ³	10,122.0	10,125.1	-3.1	100.0
外部型枠	m ²	3,962.2	3,959.6	2.6	100.1
内部型枠	m ²	1,017.5	1,017.4	0.1	100.0
掘削	m ³	13,261.4	14,816.0	-1,554.6	89.5

4.3 精度の高い埋戻し形状・構造物の配置検討

3次元モデルを作成することで「設計の見える化」が実現できる。例えば、カゴ枠工の設置範囲について、2次元設計ではカゴ枠背面の埋戻し形状を軸横断面図で表現できないため、掘削範囲との隙間が生じる結果となった。3次元空間では、視覚的に想定しづらい部位に対しても、漏れなく設計照査を行うことができ、図面の作成漏れ、数量の計上漏れを防止可能となる。

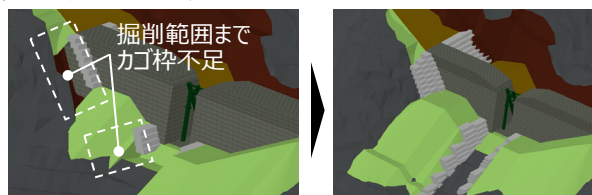


図8 3次元モデルによるカゴ枠の配置見直し

4.4 仮設・施工計画シミュレーション

施工時の仮設構造物や施工計画の検討では、3次元モデルを時間軸に従い変化させる4Dシミュレーションが可能となる。施工順序の確認や施工重機の作業半径や支障物の有無についても確認でき、施工工程ごとに工事費を表示させた5Dシミュレーションも可能である。

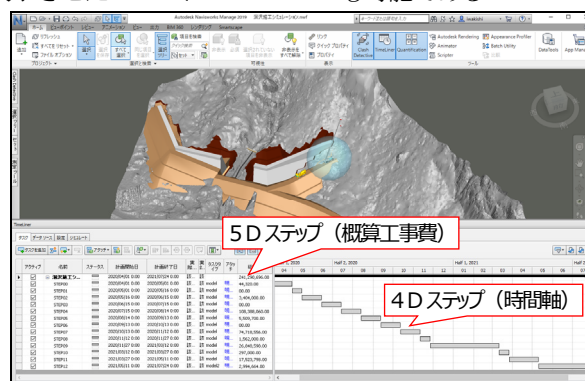


図9 5Dシミュレーションイメージ

5. CIM活用における現在の課題

5.1 2次元・3次元モデル併用による効率の低下

現段階の設計手順では、3次元設計を実施する前段作業として2次元図面を作成しているため非効率となっている。計測、設計から施工、維持管理まで3次元データを活用できる仕組みづくりが求められる。

5.2 用地範囲の不一致

2次元の図面は、地形測量で取得した平面図の等高線に対して堆砂範囲や構造物形状・土工形状を記載し、その結果から用地取得範囲を定めることとしている。

3次元では点群から作成した精度の高い地形モデルを使用するため、堆砂範囲や掘削範囲に差異が生じる。このため、範囲の設定方法に関するルール化が必要である。

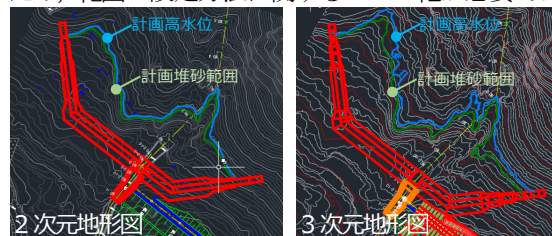


図10 堆砂・水位の設定範囲

5.3 3次元による埋戻し・盛土の再現

現在普及している主要なソフトウェアは、土工(掘削)モデル、構造モデル、統合モデルの作成は可能である。一方、使用したソフトウェアでは、埋戻し・盛土に関して地盤や構造物との標高差を立体的に計測することができないため3次元数量の算定に限界があった。今後はソフトウェア開発に伴うモデル精度の向上が必要となる。

6. まとめ

設計段階では、CIM活用における課題がありつつも数量算出の省力化や照査の精度向上等において導入効果が高いと判断される。また、完成イメージや施工ステップの把握においても有効であり、計測・設計から施工・維持管理まで更なるCIM活用の推進が期待される。