

# (8) 土工における3次元データの情報運用と利活用に関する一提案

椎葉 祐士<sup>1</sup>・小林 一郎<sup>2</sup>・山根 裕之<sup>3</sup>・緒方 正剛<sup>4</sup>

<sup>1</sup>正会員 一般社団法人 日本建設機械施工協会施工技術総合研究所 (〒417-0801 静岡県富士市大淵3154)  
E-mail:shiiba@cmi.or.jp

<sup>2</sup>正会員 熊本大学教授 大学院自然科学研究科 (〒860-0862 熊本県熊本市黒髪2丁目39-1)  
E-mail:ponts@gpo.kumamoto-u.ac.jp

<sup>3</sup>非会員 伊藤忠テクノソリューションズ(株) (〒100-0013 東京都千代田区霞が関3-2-5霞ヶ関ビル)  
E-mail:hiroyuki.yamane@ctc-g.co.jp

<sup>4</sup>正会員 一般財団法人 先端建設技術センター(〒112-0012 東京都文京区大塚2-15-6)  
E-mail:ogata@actec.or.jp

本研究では、CIMの導入に必要となる3次元モデルの運用方法を提案する。現在、国土交通省では、CIMの導入を推進<sup>1)</sup>しており、設計段階や施工段階を対象に試行工事を実施している。その中では、3次元モデルの運用に関する課題も挙げられており、利用目的に応じたモデルの使い分けやモデルの精緻さのルール等の課題がある。そこで、本研究では、土工の施工段階を対象に、3次元モデルの運用方法の1つとして、①形状情報と属性情報を分離した管理方法、②利用場面に応じた形状情報（点群モデル、サーフェスモデル、立方体地盤モデル）の提供方法を提案する。また、既往研究を事例に、属性情報と形状情報の運用方法を示す。

**Key Words :** *Construction Information Modeling/Management, earthwork, construction planning, construction management, supervisory activity*

## 1. はじめに

近年の位置特定技術、移動体制御技術、情報通信技術の技術革新により、これらの技術を建設生産プロセスへ活用した生産性向上や施工品質の向上が期待されている。国土交通省では、ICT（情報化通信技術）を活用した生産性の向上や品質の確保の取り組みとして「CIM (Construction Information Modeling)」の導入を推進している<sup>1)</sup>。

CIMでは、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、3次元モデルを連携、情報共有することで効率化・高度化を図ることを目指しているが、現在実施されている試行工事では、3次元モデルそのものの運用に関する課題も挙げられている。

本研究では、CIM導入時に起こりうる土木工事特有の課題を整理し、3次元モデルの情報運用方法を提案する。また、提案した運用方法について、筆者らの既往研究を事例に形状情報と属性情報に分類して整理し、その活用方法と効果とをとりまとめる。

## 2. CIM導入の課題

### (1) CIMの情報運用に関わる課題

CIMでは、設計や施工段階を対象に様々な試行工事が実施されている。その取り組みの中で、得られた課題を表-1に示すが、「CIMモデルの運用方法」や「効果を発揮するための関係者の連携のあり方」、「環境整備」、「コスト負担のあり方」等が導入・運用時の課題として挙げられている<sup>2)</sup>。そのうち、「CIMモデルの運用方法」の課題としては、モデルの精緻さや利用目的に応じた使い分け、プロセス間のデータ交換のルール等の課題が挙げられている。

表-1 CIM導入の課題

CIM導入に対しての現状課題	
CIMモデル(データ)の運用	<ul style="list-style-type: none"> <li>・モデルの精緻さ・精度、描画のルール</li> <li>・工種、利用目的等に応じたモデルの使い分け</li> <li>・各フェーズ間のデータ交換・モデル継承のルール</li> <li>・属性情報の記録ルール等</li> </ul>
CIMの効果を発揮するため関係者の連携のあり方	<ul style="list-style-type: none"> <li>・CIM導入が有効な場面、工種、規模等の明確化</li> <li>・計画、設計、施工、維持管理までの関係者の連携方法等</li> </ul>
人材育成やハード・ソフトの整備	<ul style="list-style-type: none"> <li>・3Dソフトやツールやデータ(部品)群の充実</li> <li>・3Dモデルの作成や操作を円滑に行うための人材育成</li> </ul>
コスト負担のあり方	<ul style="list-style-type: none"> <li>・CIM導入のためのハード・ソフトの初期投資</li> </ul>

これらの課題については、建築のBIMにでも同様に起こりうる課題も含まれているが、土木工事特有の課題があると考えられる。その課題と要因について、下記に示す。

## (2) 不確定要素を含む土のモデル化

BIMでは、対象とする構造物が形状や仕様の決まっている規格品を用いることが多く、形状や設計情報等の属性情報をモデル化し、それぞれのモデルを組み合わせることで表現することが可能である。一方、土木分野では土等、形状や性状が可変する対象を扱うため、建築等のBIMで扱われる構造物とは異なり、形状を部品化しにくいといった課題がある。

土は、気象や材料の変化等周辺環境等の影響を受けて可変する材料であるため、このような不確定要素を考慮したモデルとする必要がある。

## (3) 生産プロセスを通じた情報運用

前述のように、土は不確定要素を多く含む材料であることから、同じ場所の材料であってもプロセスが異なることで形状や性状が変わる。また、表-2に示すように、各プロセスで利用目的が異なり、要求されている精度（図面縮尺等）も変わる。このため、各プロセス間で情報運用する場合は、各プロセスの利用目的に応じた詳細さや情報の種類を考慮したモデルが必要となる。

表-2 各プロセスの実施内容と必要な地形情報

	目的	元となる地形図とその縮尺
概略設計	路線の確定、道路仕様の確定、概略予算の算出	数値地図 縮尺1/2500-5000
詳細設計	用地買収範囲の確定、数量の算出、年度別工事区間の計画	路線測量（伐開前） 縮尺1/500-1000
施工	すりつけ部の確定、現場条件の確定、地質の確定	起工測量（伐開後） 縮尺1/1000

## 3. CIMのための情報運用方法の提案

### (1) 土工における情報運用の考え方

筆者らは、これまで、建設生産プロセスで活用する情報モデルを、モデル空間として定義して運用することを研究してきた<sup>3)</sup>。モデル空間とは、対象構造物のモデルだけではなく、その周辺にある地形や構造物等も含めた空間と定義し、地形や工事目的物の幾何形状を示す「形状」と地質や材料等の性状情報や施工や維持管理等の履歴情報の「属性」で構成されるものである。本論文では、前述の課題を踏まえた土工におけるモデル空間の運用手法を提案する。

### (2) 材料の変化への対応

CIMを想定したモデル空間を考えると、生産プロセス

の各段階で変化、追加される情報に対応できるモデル空間が重要となる。そのため、形状（オブジェクト）と属性を分離して管理・運用する仕組みを提案する。モデル空間は、（1）形状の情報、（2）表計算ソフト管理の属性情報、（3）上記2者を関連づけるID情報で構成されているが、図-1に示すように、（1）と（2）を分離して管理することで、各プロセスで変化した場合に、属性情報のみを修正することで対応可能となる。

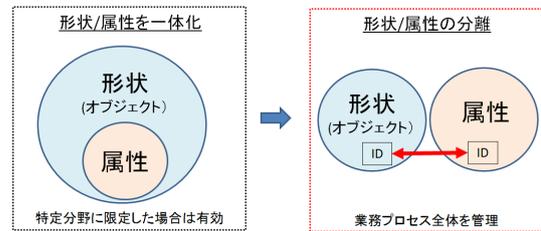


図-1 形状と属性情報の分離

### (3) 各プロセスにおける利用目的への対応

各プロセスでは、利用場面に応じた詳細さやデータ精度等が必要となるため、対象となる生産プロセスの段階や利用目的に適した形状や作り込み具合を事前に設定し、形状や属性情報をどの段階でどのような頻度で更新していく等の検討が必要となる。

また、モデル空間のうち、形状情報については、利用場面に応じて、必要な形状情報が異なる。表-3に施工段階における形状情報とその主な利用用途を整理するが、施工計画、施工、施工管理、監督・検査、後工程への利用等の各利用場面によって、使用する形状情報が異なる。そのため、形状情報については、図-2に示すように同じモデルから様々な形状情報（点群、サーフェス、立方体地盤等）に変化させて提供することで、利用目的に応じた活用が可能になると考える。

表-3 地形を示す情報モデル（例）

	モデルの概要	利用用途
点群モデル	レーザースキャナ等による地形測量によって取得した地形の3次元座標(X, Y, Z)のデータ。計測と同時に写真を撮影することで、3次元座標に色情報を付与することが可能。	・ 横断面 ・ 住民説明
サーフェスモデル	地形の表面を示すTIN（不等辺三角形網）や路線や横断の骨組み等で表現される面的な地形のデータ。	・ 情報化施工等の施工指示データ ・ 出来形等の施工管理
立方体地盤モデル	地形形状を立方体の集合で表現したデータ。各立方体は、3次元座標(X, Y, Z)を有しており、設計情報や施工情報等の属性情報を付与することが可能。	・ 施工計画立案 ・ 施工情報のトレーサビリティ

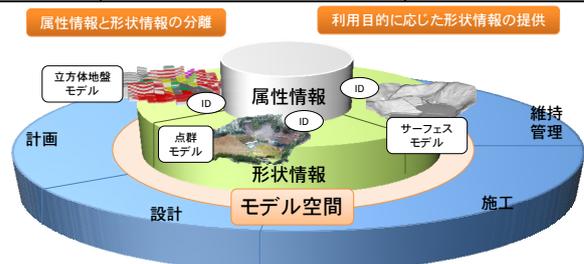


図-2 土工における情報運用方法



