

4次元CADによる切土盛土施工管理システムの開発

室蘭工業大学 正会員 ○矢吹 信喜

室蘭工業大学 学生員 古市 圭典

1. はじめに

土木構造物のライフサイクルにおいて、異なるシステム間のデータ相互運用を図るために、プロダクトモデルの開発が進められている。さらに、施工過程を表現するプロセスモデルも開発され、プロダクトモデルと合わせることで、4次元CAD（3次元に時間軸を加えたもの）として開発が進められている。しかしながら従来の4次元CADは、建築や橋梁上部工等の適用が主体であり、地表面のような不規則な形状を扱ったものは、特定のCADに依存したものはあるが、一般性を有したプロダクトモデルに立脚したものは、見当たらない。また、アーンドバリュー手法に基づいたEVMS（Earned Value Management System）と4次元CADを統合化したシステムも見当たらない。そこで、本研究では、公共工事への出来高部分払い方式導入をにらんで、4次元CADとEVMSを統合化した切土盛土施工管理システムを構築することとした（図-1）。

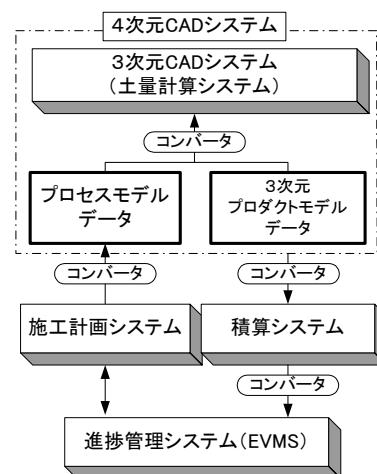


図-1 システムモデル

2. 地形データを扱った4次元CAD

3次元プロダクトモデルとしては、ISO-STEPやIAIのIFCが構築されているが、3次元の地形データを表現するモデルは含まれていない。そこで、本研究ではLandXMLを使用した。LandXMLとは、土木・測量業界における官民の技術者、ソフトウェア/ハードウェアメーカー、システム開発ベンダーのニーズに対応したオープンXMLデータ交換標準として、Autodesk社及び旧EAS-E（Engineering And Surveying - Exchange）参加者によって1999年末に提起されたデータフォーマットである。現在有効なLandXML Version 1.0は、建設土木/測量産業のプロダクトデータ交換標準フォーマットとして批准され、2002年7月17日に世界の民間企業、大学、および政府機関などから構成される完全公開型のコンソーシアムであるLandXML.orgで公開されている。LandXMLはW3C（World Wide Web Consortium）XML

仕様に準拠しており、座標位置情報、測地情報などの測量情報や道路線形情報、区画情報、土量データなどの建設土木のデータ交換に必要なデータを構造化して記述することが可能である。

一方、施工過程を表現するプロセスモデルとしては、IAIのIFC（Version 2x）のデータモデルをベースとし、コンピュータへの実装にはifcXMLを使用した。但し、IFC2xのプロセスモデルには、各工種の工法や達成率等は定義されているものの、工事開始日や終了日は規定されていないことから、本研究では、これらの必要な属性情報を別のプロパティセットとして別途定義し、プロセスのタスクと関連付けを行った。プロダクト及びプロセスモデルによる4次元CADを切土盛土工事に適用させた事例を図-2に示す。

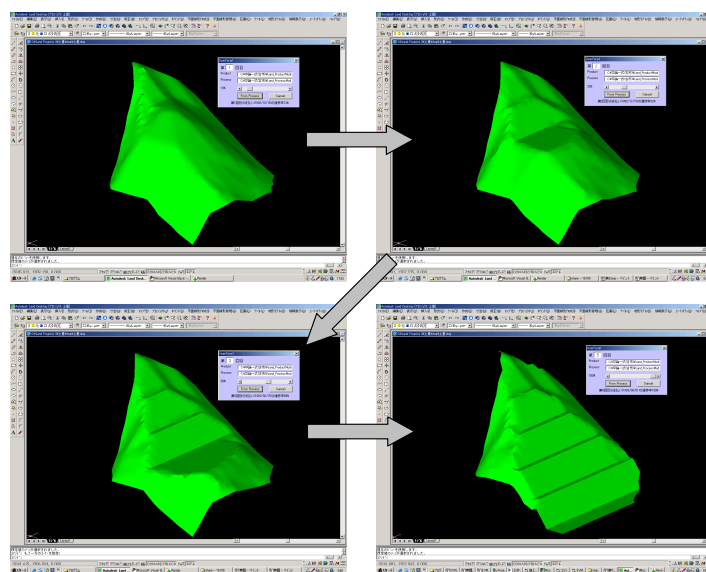
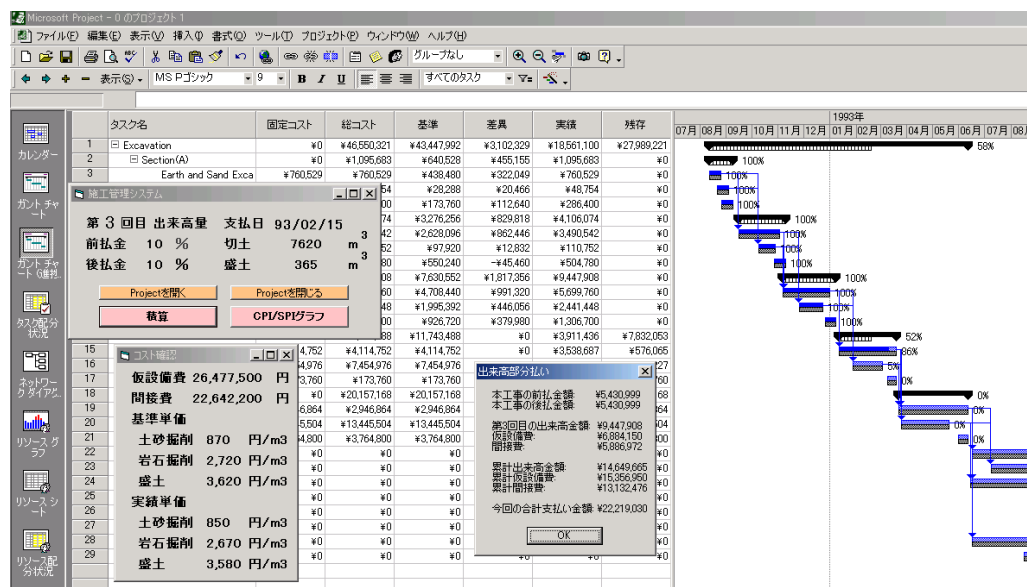


図-2 4次元CADによる施工プロセスの表示

キーワード：4次元CAD, LandXML, IFC, EVMS, 出来高部分払い, 施工管理

〒050-8585 室蘭市水元町 27-1 室蘭工業大学工学部建設システム工学科 TEL 0143-46-5219, FAX 0143-46-5218

施工計画システムとしては、バーチャートによる施工プロセスの検討が可能な Microsoft Project を使用した。プロダクト及びプロセスモデルを 4 次元の時空間で表現し、さらに切土盛土の土工量計算を行うシステムとして、Autodesk Land Desktop 3 を使用した。積算システムとしては、Microsoft Project を使用し、MS Project の VBA (Visual Basic for Applications) を使用して、



図－3 工程管理，進捗管理，自動積算，出来高管理システム

EVMS による進捗管理システムを構築した。これらのシステムは、図－1 に示すように、プロダクト及びプロセスモデルを中心として、コンバータによりスムーズに統合化されている（図－3）。

3. 出来高部分払い方式への対応

出来高部分払い方式とは、工事着手時に発注者が請負者に前払金を払った後、毎月（あるいは定期的に）請負工事の出来高に応じた工事代金を部分支払いするもので、短い間隔での設計変更協議と合わせ、双務性と質の高い施工体制の確保及び工事代金の早期流通を目指すものである。本研究では、定期的に発生する煩雑な出来形からの数量計算を効率的に行うことができるよう、4 次元 CAD システムに出来高部分払いに対応したシステム機能を付加した（図－3）。

4. アーンドバリュー手法（EVMS）

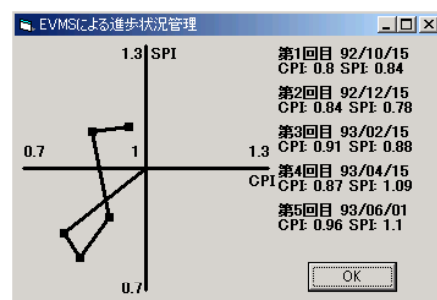
アーンドバリュー手法とは、計画出来高、実績出来高、実績原価（コスト）の 3 要素を比較分析し、工程だけではなく原価要素も加えた総合的な進捗管理を行うことができる手法である。この手法は、工程と原価の 2 つのマネジメント要素で工事の進捗状態を評価する場合、低原価・早工程、低原価・遅工程、高原価・早工程、高原価・遅工程の 4 つの状態に分類することができ、原価進捗率（CPI）と工程進捗率（SPI）を用いて図化することで、工事の進捗状況を把握することができる。CPI と SPI は、計画出来高（BCWS）、実績出来高（BCWP）、実績コスト（ACWP）を用いて以下の式により求められる。

$$CPI = (BCWP) / (ACWP) \cdots (1) \quad SPI = (BCWP) / (BCWS) \cdots (2)$$

これらの値は、達成率や原価などを入力することで、自動的に算出される。さらに、CPI と SPI を軸とし、着工日を原点とした 2 次元の直交座標系の上に値をプロットしていくと、図－4 に示すように、工事の進捗に合わせた状況が表される。4 次元 CAD にこの図を合わせることで、進捗率の詳細な検討を行い、工事の問題点の発見に役立つという相乗効果が期待できると考えられる。

5. おわりに

本研究では、切土盛土工事を対象として 4 次元 CAD 及び EVMS を統合化し、出来高部分払い方式へも対応する施工管理システムを開発した。これにより、数量計算や施工プロセスの検討が迅速に行えるようになり、工程及び原価管理、予測が素早く、容易にできるようになると考えられる。



図－4 EVMS による進捗管理