

3次元プロダクトおよびプロセスモデルによる プロジェクトマネジメントの統合化の試み

室蘭工業大学 ○矢吹信喜*1

室蘭工業大学 古川将也*1

内閣府沖縄総合事務局 山下武宣*2

国土交通省国土技術政策総合研究所 加藤佳孝*3

By Nobuyoshi YABUKI, Masaya FURUKAWA, Takenori YAMASHITA, Yoshitaka KATO

土木構造物のライフサイクルにおける各種作業を行うアプリケーション・システム間で、構造物に関するデータを共有化することにより、プロジェクトマネジメントを効率化するために、プロダクトモデルに関する研究開発が行われている。本研究では、簡単な PC 中空床版橋を例題として、3次元プロダクトモデルおよびプロセスモデルを開発し、XML を使用して実装した。さらに、既開発の設計照査、数量計算・積算のプロトタイプシステムに加えて、工程計画のプロトタイプシステムを開発し、これらのシステムと3次元 CAD システムを、3次元プロダクトモデルとプロセスモデルを中心にして統合化できるようコンバータ・プログラムを開発した。本システムに実際の設計例を適用することにより、その有効性を検証した。

【キーワード】 3次元プロダクトモデル、プロセスモデル、工程計画

1. はじめに

土木構造物の、計画、予備設計、構造解析、詳細設計、設計照査、積算、工程計画、施工管理、維持管理といったライフサイクルにおいて、各作業はコンピュータによって、概ねシステム化されつつある。しかし、各種システム間ではデータの互換性が低いため、作業の効率化の妨げとなっている。こうした問題を解決するために、現在、我が国の建設 CALS/EC の取り組みの中では、2次元 CAD データの交換用標準フォーマット SXF (SCADEC eXchange Format)¹⁾ が開発されているが、2次元 CAD では平面的な図形データの交換は可能なものの、梁や柱といった構造部材そのものを3次元オブジェクトとして取り扱うことは困難だと考えられる²⁾。

従って、3次元プロダクトモデルが必要であると考えられる。3次元プロダクトモデルの研究や開発については、ISO の STEP (the STandard for the Exchange of Product model data)³⁾ や IAI

(International Alliance for Interoperability) の IFC (Industry Foundation Classes)⁴⁾ 等によって行われており、機械、建築分野⁵⁾ 等では盛んであるが、土木分野での3次元プロダクトモデルの研究は一部の大学⁶⁾ や企業⁷⁾ において行われているものの、他の分野に比べて進んでいるとはいえないようである。

我々は、図-1 に示すように3次元プロダクトモデルを中心として、各作業システム間にコンバータを配置することにより、各システム間でデータの共有化が可能なシステムモデルを提案している²⁾。さらに、簡単な PC 中空床版橋を3次元プロダクトモデル化し、3次元 CAD システム、設計照査システムおよび積算システム間でデータを運用する統合化されたモデルを構築している⁸⁾。

本研究では、さらに工程を表すプロセスモデルを構築し、既開発したプロダクトモデルと融合して、工程計画システムとの間でデータの相互運用を行い、統合化したプロジェクトマネジメントシステム開発を試みた。

2. 3次元プロダクトおよびプロセスモデル

PC 中空床版橋を3次元プロダクトモデル化する

*1 建設システム工学科 TEL 0143-46-5219

*2 開発建設部北部ダム事務所

*3 総合技術政策研究センター

には、PC 中空床版橋をオブジェクトに分解して、表現する必要がある。PC 中空床版橋をオブジェクトに分解し、階層構造として表現したものを図-2に示す。各オブジェクトは、Slab (床版) といった抽象化されたクラスとして表現され、さらに、コンクリート、鉄筋、PC ケーブルといった細かいクラスに分解される。各クラスは、それぞれ材料、形状等の Attribute (属性) を持っている。実際の部材そのものは、各クラスのインスタンスとして表現され、各インスタンスの属性には値が代入される。3次元プロダクトモデルを記述する言語としては、本研究では XML (Extensible Markup Language) を使用した。XML はテキストファイルであり、タグを自由に決定でき、階層構造や属性の表現が可能である。

本研究では、さらに、構造物の施工過程を示すプロセスモデルを開発した。プロセスモデルも記述言語に XML を用いており、図-2のように作業手順が記述されている。各クラスは「コンクリートを打設する」といった作業を表し、各インスタンスは実際の部材インスタンスを施工することを表す。属性としては、その作業の前後の作業インスタンス名、その作業に必要とする日数などである。

3. プロジェクトマネジメントの統合化の試み

(1) 3次元 CAD システム

構造物を3次元でモデリングしながら設計するためには、3次元 CAD システムが必要である。本モデルでは特定の CAD システムに依存しないが、実際にシステムを検証する目的で、Autodesk 社の AutoCAD 2000i を使用した。

(2) 設計照査システム

本研究では、PC 中空床版橋を対象とした設計照査システムを、道路橋示方書・同解説⁹⁾に基づいて開発した。照査項目としては、直線単純橋の概略設計における照査レベルを念頭においてオブジェクト指向プログラミング言語 Java を使用してシステム構築を行った。

設計照査システムと3次元プロダクトモデルとの間の相互データ運用ができる

よう XML パーサを組み込んだコンバータを開発した。詳細は文献⁸⁾を参照されたい。

(3) 数量計算・積算システム

従来、積算を行う上で、ボトルネックとなっているのは、手計算で行う数量計算である。本数量計算・積算システムは、まず、3次元プロダクトモデルのデータをコンバータによって読み込み、得られた空間上の座標や寸法データから数量計算を行い、各工種の数量の集計値を積算システムへ受け渡す。次に、単価表から必要な単価を取得し、コンクリート工、鉄筋工等の各作業工程の単位価格を算出することで、

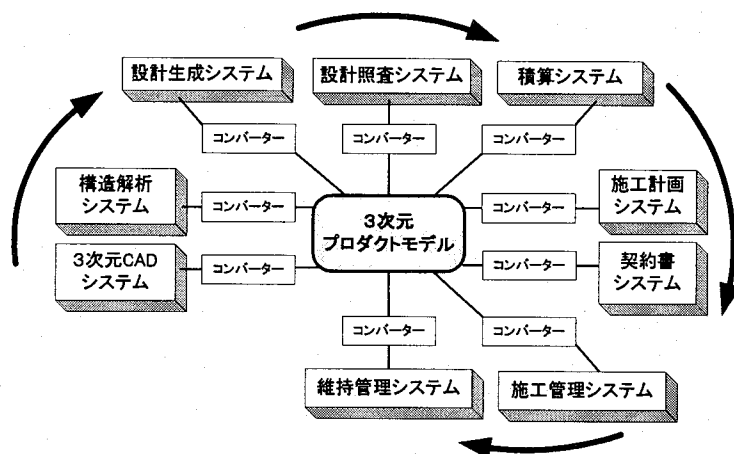


図-1 3次元プロダクトモデルを中心としたシステムモデル

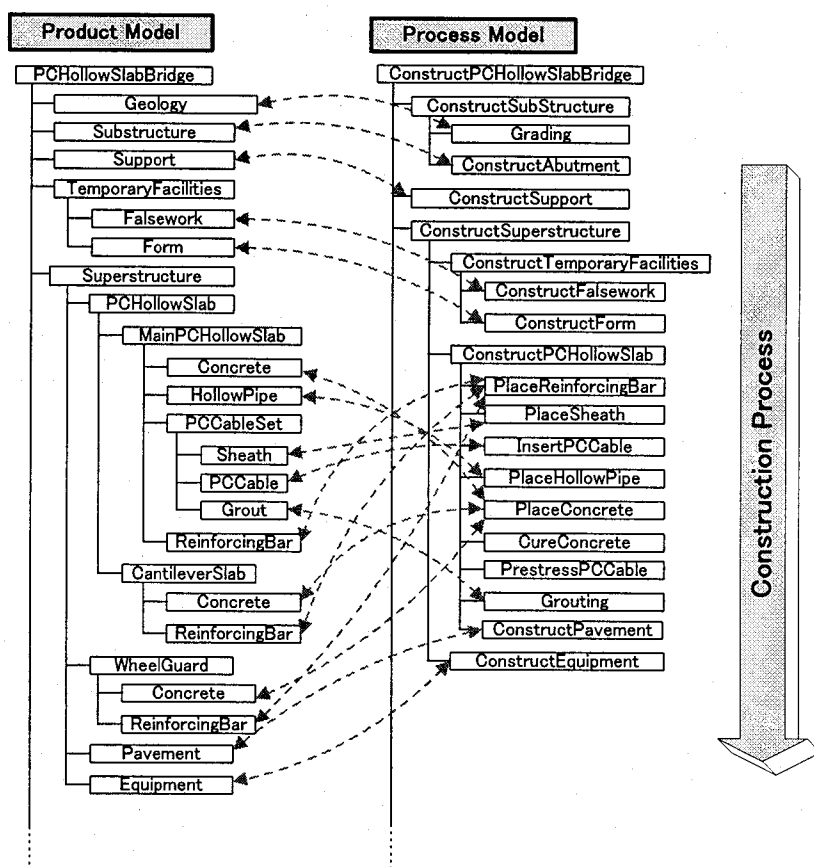


図-2 3次元プロダクトモデルとプロセスモデル

橋体工, 支承工, 支保工, 橋面工の価格が得られる。これらの価格から直接工事費, 間接工事費を求め, 工事価格が算出される。数量計算・積算システムは以上の計算を自動的に実行する。

数量計算・積算システムの数量計算部分は, VBA (Visual Basic for Application) を用いて開発しており, 積算部分は, Microsoft Excel 2000 によって作成した。コンバータについては, 設計照査システムと同様に XML パーサをプログラム中に組み込むことで3次元プロダクトモデルの読み込みを実現した。

(4) 工程計画システム

市販の工程計画支援システムは多数あるが, 本研究では, Microsoft Project 2000 を使用し, 図-3に示すようなバーチャートの基本とするシステムを構築した。本システムとプロセスモデルとの間でデータの相互運用ができるよう, VBA を使用してコンバータを開発した。これにより, プロセスモデルのデータを工程計画システムに渡せば, バーチャートとして表現することができ, 逆に工程計画システムで工程を作成したり変更すれば, そのデータをプロセスモデルに変換することが可能となった。

(5) 統合化の試み

3次元プロダクトモデルとプロセスモデルを中心にして, (1) から (4) までのシステムを, コンバータを使用することにより統合化した。設計, 設計照査, 数量計算, 積算, 工程計画というプロジェクトマネジメントの一連の流れを, 簡単な PC 中空床版橋を対象に試験的に実施した。本システムはプロトタイプであるので, 使用性には制限があるものの,

データの受渡しを円滑に行うことができた。

また, 3次元プロダクトモデルとプロセスモデルを融合して同時に用いることにより, 3次元 CAD を4次元 CAD として動作させることが可能となる。これにより, PC 中空床版橋の施工過程を工程計画に合わせて時系列的にシミュレーションすることができた (図-4)。

4. おわりに

本研究では, アプリケーションソフトウェアに依存しない3次元プロダクトモデルおよびプロセスモデルに基づいて, 3次元 CAD, 設計照査, 数量計算・積算, 工程計画の4つのシステムを統合化することにより, プロジェクトマネジメントシステムの作業効率を大きく上げることが可能であることを, 簡単な PC 中空床版橋を例にプロトタイプシステムを開発し, 試験的に運用することにより示した。

3次元プロダクトモデルを用いることで, 各種作業システム間での効率的な構造物データの運用が可能となり, 施工段階や維持管理まで使用することによりライフサイクル全体における, 更なるコストと時間の低減に繋がるものと考えられる。

但し, 本研究で開発したシステムは, 簡単な PC 中空床版橋の概略設計を対象としたプロトタイプシステムであり, 詳細設計や斜橋等の場合には対応していない。今後は, さらに開発を進めていきたいと考えている。

【謝辞】

本研究を遂行するに当たり, 社団法人プレストレス

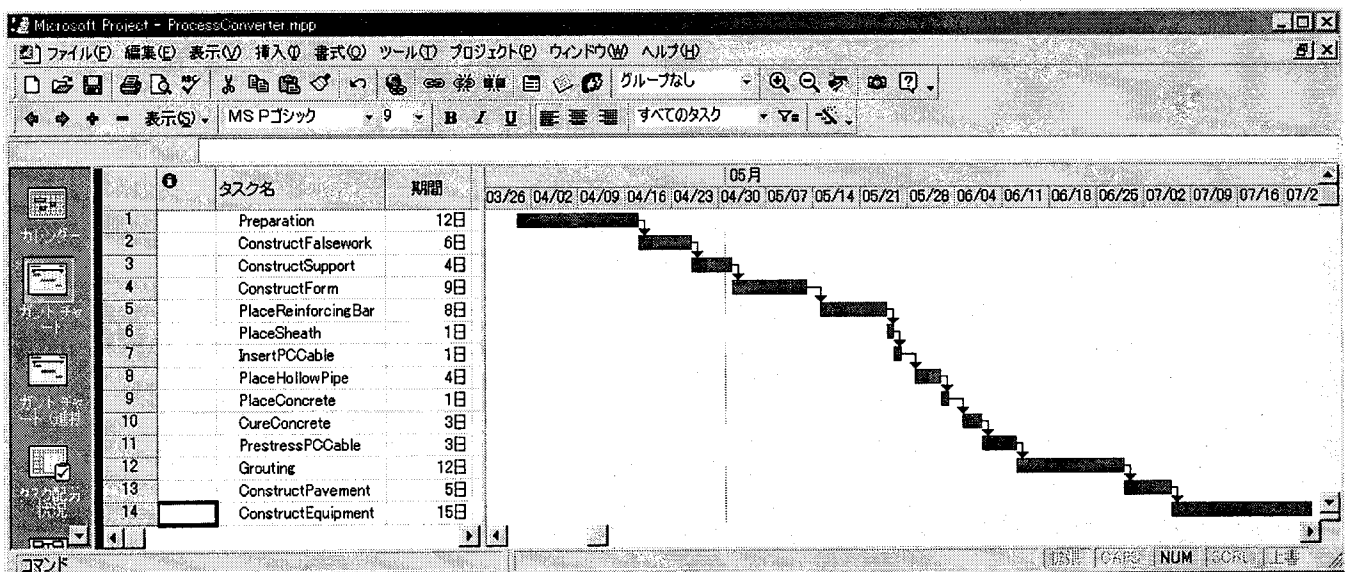


図-3 工程計画システムにおけるバーチャートの例

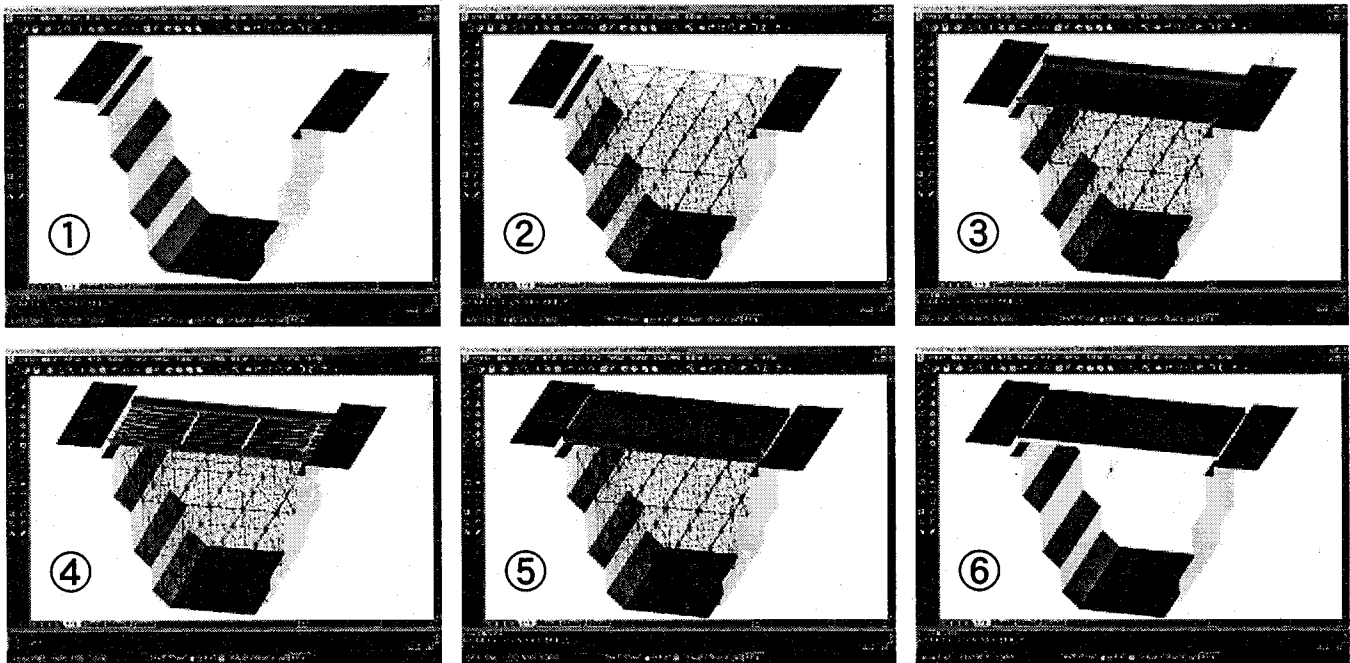


図-4 3次元プロダクトモデルとプロセスモデルによる4次元CADシミュレーションの例

ト・コンクリート建設業協会の「性能発注に関する検討委員会」の皆様には多大なるご支援・ご協力を頂きました。ここに記して感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) <http://www.cad.jacic.or.jp/>
- 2) 矢吹信喜, 宮島良将, 志谷倫章, 岸徳光: 統合化された鋼構造接合部の設計システムの構築, 土木学会北海道支部論文報告集, 第57号, pp.166-169, 2001.
- 3) Julian Fowler: STEPがわかる本, 工業調査会, 1997.
- 4) <http://www.interoperability.gr.jp/>
- 5) 古川暁, 他7名: IFC 鉄筋コンクリート構造モデル仕様の提案の概要, 第23回情報システム利用技術シンポジウム論文集, pp.217-222, 2000.
- 6) 三上市蔵, 田中成典, 窪田諭, 石井由美子: インターネット技術を用いた橋梁の製品モデルデータベースの構築, 構造工学論文集, Vol.45A, pp.511-522, 1999.
- 7) 宮下泰, 他6名: 橋梁プロダクトモデルの開発, 日立造船技報, 第58巻, 第4号, pp.27-32, 1998.
- 8) 矢吹信喜, 他4名: プロダクトモデルによるPC中空床版橋の設計照査と概略積算の統合化, 土木情報システム論文集, Vol.10, 2001 (掲載予定).
- 9) 道路橋示方書・同解説, 日本道路協会, 1996.

A Trial of Project Management Integration by Using a 3 Dimensional Product Model and Process Model

By Nobuyoshi Yabuki, Masaya FURUKAWA, Takenori YAMASHITA, Yoshitaka KATO

In order to improve the productivity of project processes by allowing the computer application software to share and exchange the information of structures in the project life cycle, research on product models has been promoted. In this paper, we developed and implemented a three dimensional product model and a process model of a simple prestressed concrete hollow slab bridge as an illustrative example. And further, we developed a project scheduling system as well as a conformance checking system with design standards and a cost estimation system, and integrated these systems and a 3D CAD system by the 3D product model and the process model by developing appropriate data conversion programs among the systems. The validity of the system was demonstrated by applying this system to an actual bridge sample.