

共有プロダクトモデルによる3次元CADシステムと 設計照査システムのデータ相互運用

Data Interoperation between 3D-CAD and Design Checking Systems by a Common Product Model

室蘭工業大学工学部建設システム工学科
室蘭工業大学大学院工学研究科建設システム工学専攻
室蘭工業大学工学部建設システム工学科
建設省土木研究所建設マネジメント技術研究室
建設省土木研究所建設マネジメント技術研究室

正会員 矢吹 信喜 (Nobuyoshi Yabuki)
○学生員 古川 将也 (Masaya Furukawa)
学生員 佐々木 貢 (Mitsugu Sasaki)
山下 武宣 (Takenori Yamashita)
正会員 加藤 佳孝 (Yoshitaka Kato)

1. はじめに

橋梁などの土木構造物の設計においては、概略設計、構造解析、構造設計、設計照査、製図、製作図作成など多岐に渡る作業が数多くの部署や機関で実施され、コンピュータによる自動化の努力がなされている。しかし、それぞれの作業で使用するアプリケーションソフトウェアのデータの互換性が低いため、結局は紙によるデータの受け渡しが行われており、手作業でのデータ入力に頼らざるを得ないことが多く、作業効率が全体としては低いという問題点がある。また、手作業によるデータの入力ミス、作業間でのデータの欠落、時間と労力のロスなどの問題点がある。例えば、橋梁設計においてCADを用いてモデリングを行うとき、アプリケーション間でのデータの互換性がないため、設計照査や積算業務に直接CADデータを活用することができない場合が多い。

現在、建設CALS/ECでは、2次元CADデータの交換用標準フォーマットが制定されつつあるが、以上のような異なる作業やアプリケーション間でデータを共有していくためには、図-1に示すような、3次元共有プロダクトモデルを中心としたスキームを構築する必要があると考えられる。

そこで本研究では、設計作業でのデータ運用効率を高めるために、3次元共有プロダクトモデルによるCADアプリケーションと設計照査プログラム間でデータを運用するモデルを構築し、実際に簡単なPC中空床版橋を対象としてデータ運用の検証を行った。

2. 共有プロダクトモデル

橋梁設計を行う際、各作業で使用するアプリケーション間でのデータ運用効率の高いデータ受け渡しを実現するためには、次の作業にデータを受け渡す際に、次の作業に使用するアプリケーションが読み込めるファイル形式にデータを変換

する必要がある。データの変換および運用方法には、図-2のように直接データ変換方式と間接データ変換方式がある¹⁾
²⁾。両者にはそれぞれ長短があるが、ISOは間接変換方式を採用して中間フォーマットSTEPを作成している。また、IAI³⁾(International Alliance for Interoperability)はISOのSTEPに準拠しながら建築分野の3次元プロダクトモデルの開発を進めている。しかし、土木分野では3次元プロダクトモデルの研究はまだ盛んとはいえない。

本研究でも間接変換方式を採用し、間接変換方式に用いる中間フォーマットを共有プロダクトモデルと呼ぶこととし、中間フォーマットの記述の定義を行った。また、共有プロダクトモデルの定義に従って作成されたデータを、共有プロダクトモデルデータと呼び、共有プロダクトモデルデータをCADアプリケーションと設計照査プログラム間で運用することで、データ運用性の検証を行った。

共有プロダクトモデルデータの記述言語には、テキスト形式でデータを人間が理解することができ、書式が厳格であり、階層構造や属性の表現が可能である点からXML(Extensible Markup Language)を採用した。共有プロダクトモデルの定義には、XMLタグの定義言語であるDTD(Document Type Definition)を用いた。

本研究では、PC中空床版橋を対象とした共有プロダクトモデルをDTDを用いて定義した。そのDTDファイルを図-3に示す。このDTDによるXMLタグの定義によって共有プロダクトモデルは常に同じ表現をすることとなり、厳格性を失うことなく定義することが可能となる。DTDによって定義されたXMLタグを用いたPC中空床版橋の共有プロダクトモデルデータの例を図-4に示し、図-5にXMLタグに対応した断面寸法の一部を示す。

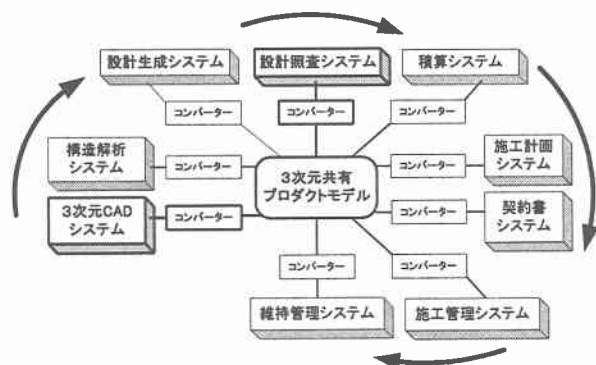


図-1 システムモデル

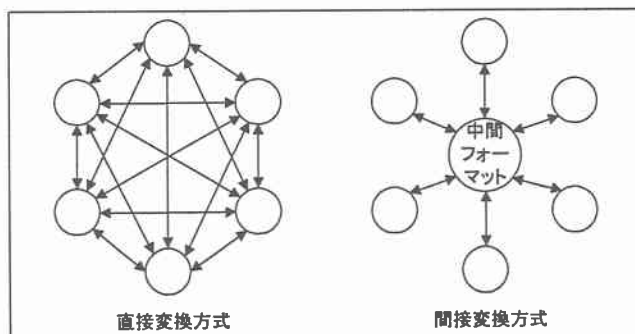


図-2 データ変換方式

```

<!ELEMENT PC中空床版橋 (主版, 張出床版, 桁長, 舗装)>
<!ELEMENT 主版 (主版断面形状, ホロー管, PC鋼線, 材料)>
<!ELEMENT 主版断面形状 (主版幅, 主版高さ)>
<!ELEMENT 主版幅 (#PCDATA)>
<!ELEMENT 主版高さ (#PCDATA)>
<!ELEMENT ホロー管 (ホロー形状, ホロー本数, ホロー位置)>
<!ELEMENT ホロー形状 (端部直径, 標準直径)>
<!ELEMENT 端部直径 (#PCDATA)>
<!ATTLIST 端部直径 端部から標準断面までの距離 CDATA #REQUIRED>
<!ELEMENT 標準直径 (#PCDATA)>
<!ELEMENT ホロー本数 (橋軸方向本数, 橋軸直角方向本数)>
<!ELEMENT 橋軸方向本数 (#PCDATA)>
<!ELEMENT 橋軸直角方向本数 (#PCDATA)>
<!ELEMENT ホロー位置 (ホロー間隔, 中心から上端までの距離)>
<!ELEMENT ホロー間隔 (橋軸直角方向中心間隔, 橋軸方向間隔)>
<!ELEMENT 橋軸直角方向中心間隔 (#PCDATA)>
<!ELEMENT 橋軸方向間隔 (#PCDATA)>
<!ELEMENT 中心から上端までの距離 (#PCDATA)>
<!ELEMENT PC鋼線 (PC鋼線本数, PC鋼線材料, PC鋼線間隔, シース)>
<!ELEMENT PC鋼線本数 (#PCDATA)>
<!ELEMENT PC鋼線材料 (材料)>
<!ELEMENT PC鋼線間隔 (縦間隔, 横間隔)>
<!ELEMENT 縦間隔 (#PCDATA)>
<!ELEMENT 横間隔 (#PCDATA)>

```

図-3 PC 中空床版橋定義 DTD ファイルの一部

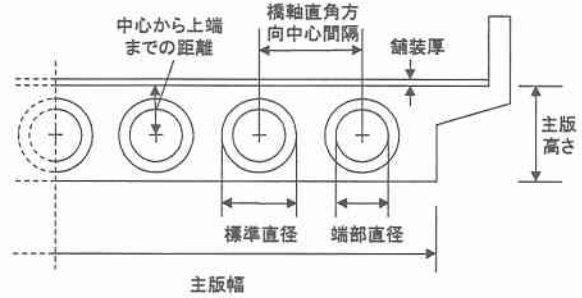


図-5 XML タグに対応した断面寸法の一部

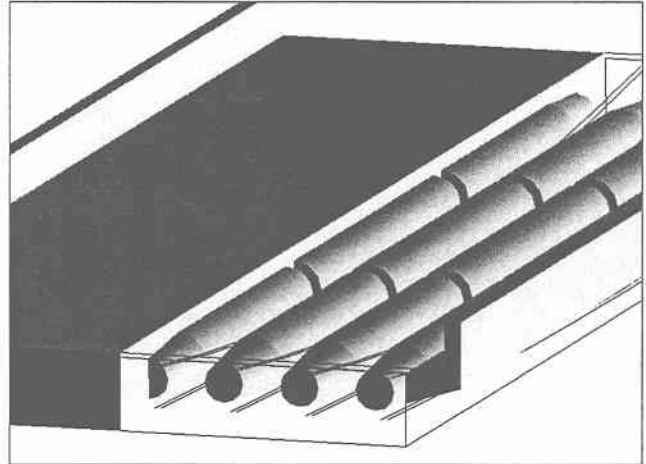


図-6 PC 中空床版橋の 3D-CAD イメージ



図-4 XML による共有プロダクトモデルデータ

3. CAD システムと照査プログラム間のデータ運用

本研究ではデータ運用性を検証するために、CAD アプリケーションには、Autodesk 社の AutoCAD2000i を使用し、設計照査プログラムについては、オブジェクト指向言語である Java によって自ら開発したものを使用した。

CAD アプリケーションと設計照査プログラム間でデータ運用をするためには、それぞれのアプリケーション間のデータ互換性が低いという問題があり、この問題の解決には各アプリケーションと共有プロダクトモデル間にデータ変換をするためのコンバータが必要となる。設計照査プログラムは、独自に開発したためコンバータを必要とせず、共有プロダクトモデルを直接処理することができるようにしたが、CAD アプリケーションについては AutoCAD2000i が提供する AutoLisp や VBA (Visual Basic for Application) 等のマクロ機能を用いて共有プロダクトモデルと CAD データのコンバータを作成した。

実際の作業としては、図-6のように CAD によってモデリングされた情報をコンバータによって共有プロダクトモデルに変換し、共有プロダクトモデルを設計照査プログラムにかけることで照査することができる。ここで設計照査によって設計基準を満足することができなかった場合には必要なデ

ータを変更し、設計照査にかけることが可能であり、変更したデータが設計基準を満足したならば、共有プロダクトモデルデータをコンバータによって CAD データに変換させ、新しい CAD データを作成することが可能である。このように CAD によって作成されたデータに基づき設計照査を行い、照査結果を CAD に反映させることができる。

4. おわりに

本研究では、共有プロダクトモデルによる橋梁設計のデータ運用性についての検証を行ったが、本研究での共有プロダクトモデルは構造形式の決まっている PC 中空床版橋に限定されるもので、他の構造物には適用できないことや、CAD アプリケーションと設計照査プログラム間にしか用いることができないという問題がある。今後は他の作業（構造解析、積算など）プログラムに対応できるよう拡張を行いつつ、柔軟性がありながらも厳格な共有プロダクトモデルを作成していきたい。また、STEP や IAI のように国際標準化した共有プロダクトモデルを開発するには多大な労力を要すると共に、共有プロダクトモデルに対応したアプリケーションを提供するベンダー側の協力も必要不可欠となると推察される。しかし、共有プロダクトモデルを用いることにより、橋梁設計におけるデータ運用性は確実に向上し、全体としての効率性が飛躍的に向上すると考えられる。

参考文献

- 1) 木村文彦, 小島俊雄: 製品モデル表現とその利用技術 STEP, 日本規格協会, 1995.
- 2) Julian Fowler, プラント CALS 研究会: STEP がわかる 本, 工業調査会, 1997.
- 3) <http://iaiweb.lbl.gov/>