

鋼部材 3 次元プロダクトモデルの開発に関する研究

室蘭工業大学 正会員 矢吹 信喜
室蘭工業大学 学生員 ○志谷 倫章

1. はじめに

土木構造物のライフサイクルの中で、関係各機関や企業間における情報伝達を飛躍的に効率化させるために、単に 2 次元 CAD データの相互運用にとどまらず、アプリケーションソフトウェアに依存しない 3 次元のプロダクトモデルの開発が必要であると考えられる。これにより、図-1 に示すような 3 次元プロダクトモデルを中心として、データ変換ソフト（コンバータ）を介して、3 次元 CAD、構造解析、設計生成、設計照査、積算、施工管理、維持管理等のシステム間で相互にデータを容易に受け渡すことが出来るようになると考えられる。

著者らは、これまでに鋼構造の接合部を対象として、簡易的な 3 次元のプロダクトモデルを作成し、図-1 に示すような 3 次元 CAD、設計生成、設計照査システムの統合化に関する研究を推進し、その有効性を検証してきた¹⁾。本論文では、さらに梁や柱等の鋼部材の 3 次元プロダクトモデルを新たに構築し、鋼部材の設計照査システムを開発して、3 次元プロダクトモデルとのデータ運用の検証を行ったので報告する。

2. 鋼部材 3 次元プロダクトモデル

鋼部材（梁、柱、梁-柱）のプロダクトモデルを構築するにあたり、まず、各部材のクラスを定義し、そこで部材が持つデータ型を定義する必要がある。そこで本研究では、ISO10303 の STEP (STandard for the Exchange of Product model data) に準拠する IAI (International Alliance for Interoperability) の IFC²⁾ (Industry Foundation Classes) の Release 2x³⁾ (IFC 2x) を参考とした。IFC 2x では、構造物を構成する各部材は、Object, Property, Relationship の 3 つのクラスの相互関係から定義される。

Object クラスとそのサブクラスは、物理的に存在する「もの」を定義する。柱・梁等の鋼部材は、Object クラスのサブクラスとして定義され、その形状も同時に定義される。

Property とそのサブクラスでは、オブジェクトが持つ属性を定義する。柱を考えた場合、弾性係数 E や降伏応力 Fy 等が挙げられる。これら個々の属性は、属性の集合体である「プロパティセット」として定義される。このように、オブジェクトとそのプロパティを分離して定義し、実装することで、複数のオブジェクトが同一のプロパティを共有する事を可能にしている。

Relationship とそのサブクラスは、Object 間の関係や、Object と Property との関係を定義する。例えば、梁と柱の接合関係や、柱とそれが持つプロパティとの関係を定義する。

3. BLIS-XML による実装

STEP や IFC では、クラスは Express 言語で定義され、そのインスタンスは Express の物理ファイルである Part21 ファイルとなっているが、XML (Extensible Markup Language) の普及に伴い、IFC においても XML を用いた実装を目指し、様々な試行が行われている。中でも BLIS-XML⁴⁾ (Building Lifecycle Interoperable Software) や ifcXML⁵⁾ 等が現在注目されており、特に BLIS-XML は、プログラム処理する際の操作性が

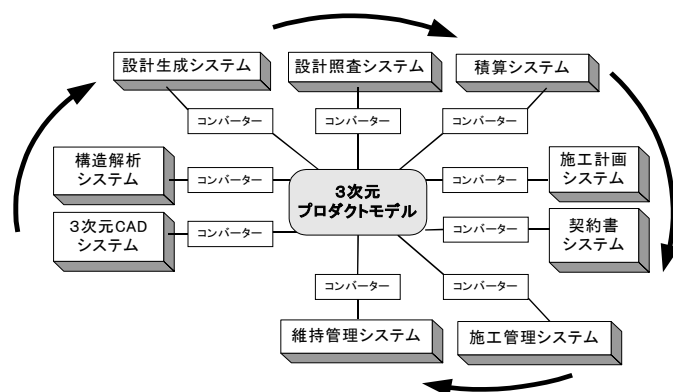


図-1 システムモデル

キーワード：プロダクトモデル、3 次元 CAD、建設 CALS/EC、STEP、IFC、XML

〒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

良い等の理由から有効であると考えられる。

そこで本研究では、BLIS-XML を用いてプロダクトモデルの実装を行った。図-2はクラス Column のインスタンスファイル（プロダクトモデル）の一部を表したものである。

4. 設計照査システムの開発

本研究では、鋼部材（梁、柱、梁-柱）を対象とした設計照査のプロトタイプシステムを開発した。設計基準として AISC-LRFD⁶⁾ を採用し、開発にはオブジェクト指向言語である Java Servlet（サーバサイド処理）を用いた。本システムはプロダクトモデルを構文解析することで、照査に必要なデータを取得し、照査を実行するものである。以下に照査フローを示す。

まず、本システムに図-2に示すようなプロダクトモデルを入力すると、照査システム内部にあるコンバータプログラムが起動し、構文解析が行われる。構文解析では、鋼部材の種類・荷重のタイプ・荷重の作用位置等が判別される。構文解析が終了すると、照査に必要な各データは、サーブレットプログラム中に一時的に保存され、図-3に示すような構文解析結果画面を表示する。

次いで照査を実行する。サーブレットプログラムは、先の構文解析の結果から、対応する照査プログラムを判断・選択し、自動的に照査プログラムを呼び出し、照査を行う。図-4はその結果表示画面である。

5. おわりに

本研究では、鋼部材を対象として、IFC 規格に準拠した形式の3次元プロダクトモデルを構築した。次に、BLIS-XML を用いてプロダクトモデルを実装した。さらに、設計照査システムを開発し、インスタンスファイル（プロダクトモデル）から照査を実行し、本システムの有効性を検証した。尚、本システムでは、事例は柱のみを示したが、梁及び梁-柱の照査も行いう事は可能である。今後は、本システムを3D-CAD システムと統合化し、さらなるシステムの検証を行っていききたい。

参考文献

- 1) 矢吹信喜, 志谷倫章, 宮島良将, 岸徳光: 統合化された鋼構造接合部設計システムに関する研究, 土木情報システム論文集, Vol. 10, pp. 175-184, 2001.
- 2) <http://www.interoperability.gr.jp/>
- 3) http://cic.vtt.fi/niai/technical/ifc_2x/
- 4) <http://www.blis-project.org/>
- 5) <http://iaiweb.lbl.gov/>
- 6) Manual of Steel Construction—Load & Resistance Factor Design, Second Ed., American Institute of Steel Construction, Inc., 1993.

```
<?xml version="1.0" ?>
<BLIS-XML xmlns="x-schema:file:///C:/PMS/Schema1.xdr">
  <Column XMLID="i101" GlobalId="I.CYI$Jo+Hw=#rH0,x88"
    OwnerHistory="i102" Name="ColumnA3" Description=""
    ObjectType="W14_99" IsDefinedBy="i151" HasAssignments="i501"
    ObjectPlacement="i104" Representation="i105" ReferencedBy=""
    ConnectedTo="i706" ConnectedFrom="i53" />
  <LocalPlacement XMLID="i104" PlacementRelTo=""
    RelativePlacement="i113" />
  <Axis2Placement3D XMLID="i113" Location="i114" Axis=""
    RefDirection="" />
  <CartesianPoint XMLID="i114">
    <Coordinates RealValue="50" />
    <Coordinates RealValue="50" />
    <Coordinates RealValue="0" />
  </CartesianPoint>
  <ExtrudedAreaSolid XMLID="i118" SweptArea="i119" Position="i120"
    ExtrudedDirection="i121" Depth="168" />
  <IshapeProfileDef XMLID="i119" ProfileType="AREA" ProfileName=""
    Position="i122" OverallWidth="14.565" OverallDepth="14.16"
    WebThickness="0.485" FlangeThickness="0.780" FilletRadius="" />
  <Axis2Placement3D XMLID="i120" Location="i123" Axis=""
    RefDirection="" />
  <Axis2Placement2D XMLID="i122" Location="i124" RefDirection="" />
  <CartesianPoint XMLID="i123">
    <Coordinates RealValue="0" />
```

図-2 プロダクトモデル（一部）

The screenshot shows a web browser displaying a page titled "Parsed Properties". It contains two tables. The first table lists basic properties: Name (ColumnA3), Type (Simple Column), and Designation (W14_99). The second table lists material and geometric properties with their values and units.

Name	Value	Unit
A	29.1	in. ²
L	168.0	in.
r	3.71	in.
K	1.1	—
E	29000.0	ksi
Fy	36.0	ksi
Pu	770.0	kips

At the bottom of the table is a "Check" button.

図-3 構文解析結果画面

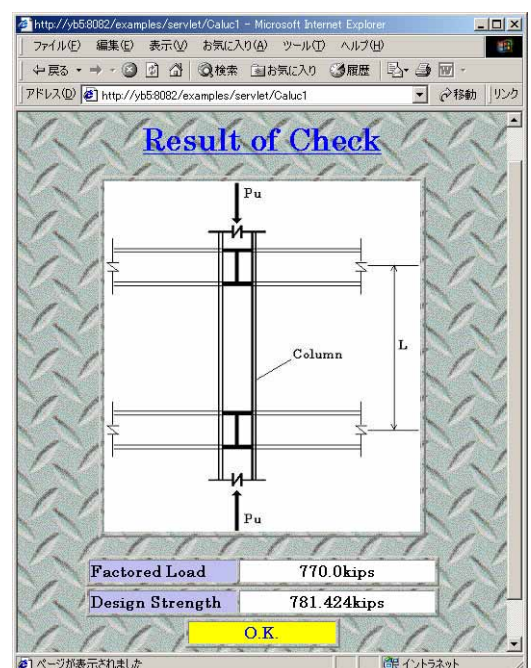


図-4 照査結果表示画面