

関西大学工学部 フェロー 三上 市藏 関西大学総合情報学部 正会員 田中 成典
(株)オージス総研 正 会 員 窪田 論 関 西 大 学 工 学 部 学 生 員 ○新谷 貴志

1. まえがき 鋼橋のライフサイクルの各業務段階で取り扱われる製品情報を正確かつ円滑に交換・連携・共有し再利用するためには、情報を電子化・標準化した製品モデルとして定義する必要がある。既報¹⁾では、鋳桁橋を対象として、国際規格 STEP (ISO10303 : SStandard for the Exchange of Product model data) において製品の三次元形状情報と形態管理情報を取り扱う AP203 (ISO10303-203) に準拠した製品モデルデータを構築した。AP203 形式の製品モデルの三次元形状を Web 上に表示できるブラウザは存在しないため、仮想空間に三次元幾何形状を記述する国際規格言語 VRML97 (ISO/IEC14772 : Virtual Reality Modeling Language) を用いて製品モデルを表現した。そして、製品情報を AP203 によって一元管理し、可視化・表示する場合に限り VRML を利用する環境を構築するために、AP203 データと VRML データを双方向に変換できるシステムを開発することを考えた²⁾。ただし、このシステム²⁾では、対象とする AP203 エンティティが限られており、変換できる製品モデルデータは簡易な形状の部材のみであった。そこで、本研究では、より多くの AP203 エンティティに対応でき、あらゆる鋼橋および構成部材の製品モデルの三次元形状データを VRML データに変換して可視化できるシステムを開発する。

2. AP203 データと VRML データの構造 AP203 形式の製品モデルデータは、STEP の実装形式である Part21 ファイルフォーマット (ISO10303-21) に従って記述される。AP203 形式の Part21 ファイルは、ヘッダ節とデータ節から構成される。ヘッダ節にはファイルの属性情報が記述される。データ節には、製品の三次元形状情報と形態管理情報がエンティティインスタンスの集合として記述される。本システムは、AP203 データを VRML データに変換するために、データ節の三次元形状情報を表すエンティティを使用する。

本システムでは、対象とする AP203 エンティティとして表-1 に示すものを決定した。また、VRML において形状を定義するノード・フィールドで、システムが対象とするものを表-2 のものに決定した。

3. AP203 データから VRML データへの変換システム 上述のエンティティ (表-1) およびノード・フィールド (表-2) を対象に、AP203 形式の三次元形状データを VRML データに変換するシステムを

表-1 対象とする AP203 エンティティ

エンティティ	説明
geometrically_bounded_surface_shape_representation	幾何的境界をもつ曲面の形状表現
representation_item	表現項目
geometric_representation_item	幾何表現項目
geometric_set	幾何要素の集合
cartesian_point	直交座標点
curve	曲線
surface_curve	曲面上の曲線
bounded_curve	境界 (端点) をもつ曲線
b_spline_curve	B-ースプライン曲線
b_spline_curve_with_knots	ノット列付き B-ースプライン曲線
rational_b_spline_curve	有理式 B-ースプライン曲線
outer_boundary_curve	外周の境界曲線
surface	曲面
bounded_surface	境界をもつ曲面
b_spline_surface	B-ースプライン曲面
b_spline_surface_with_knots	ノット列付き B-ースプライン曲面
rational_b_spline_surface	有理式 B-ースプライン曲面
curve_bounded_surface	曲線で境界付けられた曲面
composite_curve_segment	複合曲面セグメント (区分)

表-2 対象とする VRML ノード・フィールド

ノード	フィールド	ノードの説明
Shape		フィールドの説明
		基本形状
	appearance	外観ノードの指定 (Appearance を指定)
Appearance	geometry	幾何ノードの指定 (IndexedFaceSet を指定)
		外観の指定
Material	material	表面材質の指定 (Material を指定)
IndexedFaceSet		表面材質の指定
Coordinate		面の指定
	coord	点集合の指定 (Coordinate を指定)
	coordIndex	面を描く点番号の指定
	convex	凸面の指定
Coordinate	solid	ソリッドの指定
	point	点集合の定義
		点座標の指定

開発した。システムは、AP203 データ中の各エンティティの機能を認識し、形状データを演算した上で VRML のノード・フィールドに対応させ、VRML データに変換する。

鋸桁橋の AP203 データの一部を図-1 に示す。このデータを本システムにより VRML データに変換し、Web ブラウザ上に表示すると図-2 のようになる。システムは、AP203 データにおいて、geometrically_bounded_surface_shape_representation エンティティの記述された部分を探し、それに含まれる geometric_set エンティティを読み取る。AP203 データでは、b_spline_surface あるいは curve_bounded_surface という二種の幾何要素エンティティの集合によって製品の三次元形状を定義している。

geometric_set の幾何要素が b_spline_surface の場合、システムは IndexedFaceSet ノードを使用し、複数の四角形の集合として曲面を表す。曲面の形状を決定する点座標を cartesian_point エンティティから point フィールドに変換し、その集合を coord フィールドと Coordinate ノードによって表す。そして、coordIndex フィールドを用いて点を結ぶ順番を指定し、VRML のコードを記述する。

geometric_set の要素が curve_bounded_surface の場合、システムは同様に IndexedFaceSet ノードを使用し、任意の形状の外周を持つ平面として面を表現する。システムは curve_bounded_surface から outer_boundary_curve, composite_curve_segment, surface_curve, b_spline_curve, cartesian_point の順にエンティティを読み取り、面の外周の頂点となる cartesian_point を point に変換する。その集合を coord と Coordinate で表し、coordIndex を用いてそれらの点を順に接続する。

本システムは、製品モデルデータベース⁹⁾に含まれる鋸桁橋上部工およびその構成部材全ての AP203 データを VRML データに変換できる。また、鋸桁橋の他に、箱桁橋やトラス橋など全ての橋梁形式を対象として、AP203 データを VRML データに変換できる。

4. あとがき 本研究では、STEP/AP203 に準拠した鋼橋の製品モデルデータを VRML データに変換するシステムを開発した。本システムでは、任意の形状を表す AP203 データに対応できるようにしたため、全ての AP203 形式の三次元形状データを VRML データに変換できる。これにより、製品モデルデータの三次元形状を Web ブラウザ上で閲覧できる。製品情報を AP203 形式で一元管理し、VRML を製品形状の三次元可視化のみに用いることによって、情報の交換・連携・共有および再利用を正確かつ円滑に行うことが可能となる。

参考文献 1) 三上, 田中, 窪田, 石井: 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, 土木学会, Vol. 45A, 1999. 3. 2) 三上, 田中, 窪田: 鋼道路橋設計情報に関する AP203 と VRML のトランスレータの基礎的研究, 土木情報システム論文集, 土木学会, Vol. 8, 1999. 10.

```
ISO-10303-21;
HEADER:
...
ENDSEC;

DATA:
#10 = (
  BOUNDED_CURVE()
  B_SPLINE_CURVE(1, (#20, #30), UNSPECIFIED, ., ., ., .)
  B_SPLINE_CURVE_WITH_KNOTS((2, 2), (-9, -8), UNSPECIFIED.)
  CURVE()
  GEOMETRIC_REPRESENTATION_ITEM()
  RATIONAL_B_SPLINE_CURVE((1, 1))
  REPRESENTATION_ITEM('curve')
);
#20 = CARTESIAN_POINT('CVs', (-4.39500009536743, -124.400001525879,
-0.210000007152557));
#30 = CARTESIAN_POINT('CVs', (-4.39500009536743, -124.400001525879,
-2.765000007152556));
#40 = COMPOSITE_CURVE_SEGMENT(CONTINUOUS, ., T., #50);
#50 = SURFACE_CURVE('curve', #10, (#60), PCURVE_S1.);
#60 = PCURVE('2D Trimming Curve', #35510, #70);
#70 = DEFINITIONAL_REPRESENTATION('Trimming Representation', (#35640),
#80);
#80 = (
  GEOMETRIC_REPRESENTATION_CONTEXT(2)
  PARAMETRIC_REPRESENTATION_CONTEXT()
  REPRESENTATION_CONTEXT('ID 1', '2D Trimming Curves')
);
#90 = (
  BOUNDED_CURVE()
  B_SPLINE_CURVE(3, (#100, #110, #120, #130), UNSPECIFIED, ., ., ., .)
  B_SPLINE_CURVE_WITH_KNOTS((4, 4), (-8, -7), UNSPECIFIED.)
  CURVE()
  GEOMETRIC_REPRESENTATION_ITEM()
  RATIONAL_B_SPLINE_CURVE((1, 1, 1, 1))
  REPRESENTATION_ITEM('unknown node')
);
#100 = CARTESIAN_POINT('UV CVs', (0.251447054817841, 0.500972809961574));
#110 = CARTESIAN_POINT('UV CVs', (0.251447054817841, 0.516862039333949));
#120 = CARTESIAN_POINT('UV CVs', (0.251447054817841, 0.516862039333949));
#130 = CARTESIAN_POINT('UV CVs', (0.251447054817841, 0.516862039333949));
#34010 = GEOMETRIC_SET('Alias Surface Model', (#34020, #35560, #1310));
#35560 = CURVE_BOUNDED_SURFACE('Trimmed Surface', #35510, (#35570), F.);
#35570 = OUTER_BOUNDARY_CURVE('Boundary Curves', (#35660, #35790, #40,
#170, #300, #430, #560, #690, #820, #950, #1080, #1210), F.);
#1565150 = GEOMETRICALLY_BOUNDED_SURFACE_SHAPE_REPRESENTATION(
'Surface Model', (#1565170, ., ., ., #34010, #2890, #16410), #1564730);
ENDSEC;
END-ISO-10303-21;
```

図-1 鋸桁橋の AP203 データ (一部)

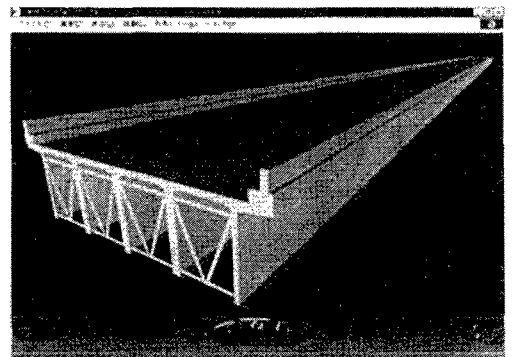


図-2 鋸桁橋の VRML データのブラウザ表示