

# LandXMLを用いた道路形状の3次元設計データ 交換標準に関する研究

谷口 寿俊<sup>1</sup>・青山 憲明<sup>2</sup>・藤田 玲<sup>2</sup>・重高 浩一<sup>2</sup>

<sup>1</sup>非会員 国土交通省国土技術政策総合研究所 防災・メンテナンス基盤研究センターメンテナンス情報  
基盤研究室 (〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地)

E-mail:jyouhou@nilim.go.jp

<sup>2</sup>正会員 国土交通省国土技術政策総合研究所 防災・メンテナンス基盤研究センターメンテナンス情報  
基盤研究室 (〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地)

E-mail:jyouhou@nilim.go.jp

建設事業では、情報化施工の実績が増加しており、TS（トータルステーション）を利用した出来形管理等の3次元情報の利用が定着しつつある。しかし、そのための3次元データは、2次元図面を元に施工者が作成している。設計段階で3次元データを作成し、後工程へ流通・利用できれば、事業全体の効率化に繋がる。本研究では、既存の道路プロダクトモデルであるLandXMLを日本の道路設計に適合しやすいよう拡張し、道路事業、河川事業に関する設計及び工事で必要となる情報を3次元設計データとしてデータ交換するための標準的なモデルを作成した。

**Key Words :** road, river levee, 3D data, design, LandXML

## 1. はじめに

CALS/EC推進の一環として、建設事業で利用頻度の高い設計情報を関係者間で情報交換・共有・連携して業務を効率化するために、国土交通省では、道路中心線形データ交換標準(案)<sup>1)</sup>に基づいた3次元データの納品を開始している。道路中心線形データは、主にTS（トータルステーション）を用いた出来形管理<sup>2)</sup>に活用されている。TSを用いた出来形管理は、道路中心線形データと横断形状を組み合わせて道路の3次元形状を表現し、設計形状とTSで測定した出来形形状とを比較することで出来形の検査・管理を行うものである。その効果として、施工管理業務全般の効率化や完成検査の省力化等が期待できることから、平成25年4月より、10,000m<sup>3</sup>以上の土工を含む工事において使用が原則化<sup>3)</sup>された。このように、建設生産サイクルにおける3次元データの活用実績は確実に増加傾向にあり、定着しつつある。

一方、そのための3次元データは、設計段階から引き渡された2次元図面を基に、施工者が図面から座標を拾って作成する必要がある。この現状に対して、設計段階で3次元の設計データを作成し、施工段階へ流通してそのまま利用できれば、施工者が3次元データを作成する必要がなくなり、施工者の負担を低減できる。また、

TSを用いた出来形管理の施工管理データのような特定の用途に特化した3次元データではなく、建設生産サイクル全体における流通・利活用に適した3次元のデータを設計段階で作成し、施工・維持管理等の後工程へ流通できれば、事業全体の高度化・効率化に繋がる。

国土交通省CALS/ECアクションプログラム2008<sup>4)</sup>では、「調査・計画・設計・施工・管理を通じて利用可能な電子データの利活用」を目標として設定しており、事業全体のライフサイクルに必要なデータの電子納品化とこれらの流通が図れる仕組みの構築にあたって、設計、施工、施設管理等で利用可能な3次元モデルの標準化が重要なテーマの1つ<sup>5)</sup>となっている。産学官からなる「建設情報標準化委員会」では、道路中心線形データと組み合わせて利用する横断形状や、道路と形状が似通った河川堤防形状の標準化について、「図面/モデル情報交換小委員会」に「プロダクトモデル検討WG」を設置して検討<sup>6)</sup>を行ってきた。

本研究では、これらの検討を踏まえて、既存の道路データモデル<sup>7)8)</sup>を参考に、日本の道路設計や既存のソフトウェアに適合しやすいよう拡張することで、道路事業や河川事業に関する設計や工事で必要となる情報を3次元設計データとして円滑に流通・再利用するための標準となるデータモデル（以下、3次元設計データ交換標準

という。)を作成した。また、設計段階から3次元設計データを流通させるにあたって、標準的なデータモデルは、設計で利用される既存のソフトウェア(3次元CADソフトウェア)に実装しやすい形式であることが望ましいことから、国内外の多数の3次元CADソフトウェアで対応しているLandXML1.2を用いて、3次元設計データ交換標準を記述できるか検討を行った。

## 2. データモデル検討の方針

データモデルの検討にあたって、設計段階で作成する3次元形状のモデルであること、3次元CADや3次元設計技術の普及が十分でないことから2次元設計の考え方を基に作成できる3次元モデルであること、起工測量等で設計データの修正が発生すること、施工段階にならないと正確な形状が定まらない箇所や現地合わせが必要な箇所があることを考慮して、図面の修正が容易なモデルであることに留意した。また、複雑かつ詳細に作り込んだ3次元の形状モデルは取り扱いが難しいことから、施工者でもデータ修正が容易なモデルとして、既に電子納品されている道路中心線形データに横断形状を組み合わせた簡易な3次元モデルで標準化を図るものとした。モデル化の対象としては、標準的な形状の道路、および河川堤防の形状とし、交差点やトンネル等別途設計を要する区間は対象外とした。図-1に示すように、道路形状と河川堤防形状の構成要素は、その多くが重複していることから、データの利活用やデータ交換標準のメンテナンス性等を考慮し、道路形状と河川堤防形状を統合的に取り扱えるものとした。

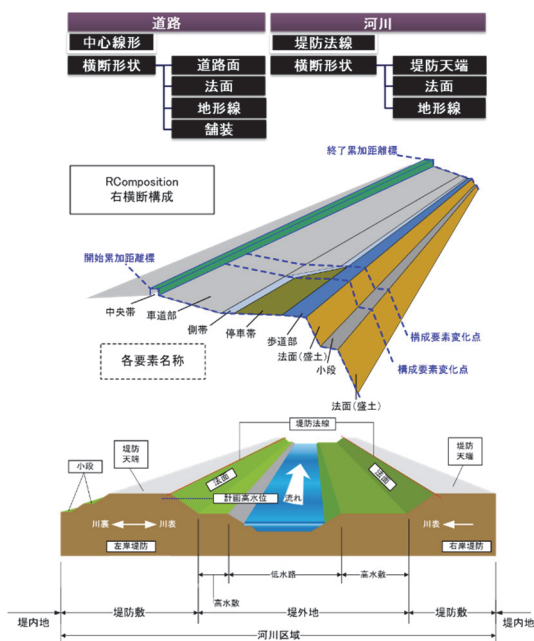


図-1 モデル化の対象

道路設計においては、道路規格や設計速度、設計交通量によって構成要素の幅が決定し、さらに平面線形に基づき横断勾配が決定するので、これらを元に道路横断形状を求める。法面については、地質条件により勾配と法高が決定し、これを元に道路横断形状を求める。このため、設計者や施工者は、道路横断設計において道路の中心となる箇所から外側に向けて要素ごとに幅、高低差、勾配を設定していく<sup>19)</sup>。LandXMLや横断SIMA等の既存のデータモデルは、横断形状の構成点を道路中心線形からの離れと標高、または道路中心線形からの高低差で表現している。既存のデータモデルの特徴を図-2に示す。

既存のデータモデルは、道路中心線形を共通の基準として、離れと標高によって構成点の座標を表現していることから、構成点同士の相関を保持しておらず、ある構成点の座標が変わってもその変更が他の構成点に影響を及ぼすことはない。そのため、設計変更の際には、変更点だけでなく、変更点以外の構成点の座標も計算し直す必要がある。

そこで、本研究のデータモデルでは、道路の中心線から外側に向かって順に、構成要素の順番に幅や高さ、勾配等を定義していく方針とした。本研究のデータモデルの特徴を図-3に示す。

各構成点の位置を前後の要素との相対的なパラメータによって決めることで、設計変更があった場合でも、変更した要素の幅員、勾配のみを修正すれば、その変更が関連する構成点のパラメータ全体に反映されるため、設計段階でのデータ作成、修正の手間を軽減できる。本研究では、これらの方針を元に3次元設計データ交換標準を作成した。

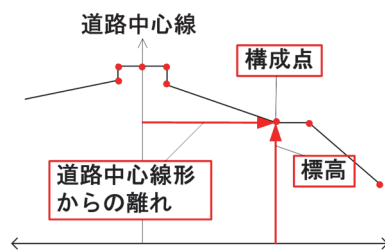


図-2 既存のデータモデルの特徴

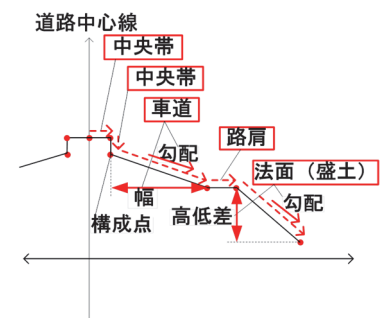


図-3 本研究のデータモデルの特徴

### 3. 3次元設計データ交換標準

3次元設計データ交換標準は、既存の道路プロダクトモデルであるLandXML1.1を基に、日本の道路設計やソフトウェアに適合しやすいよう拡張したモデルである。道路の土工区間の3次元形状は、道路中心線形に対して、直行する方向の横断形状を規定することで再現できる。道路中心線形は、平面線形要素、縦断線形要素の設計データを基にモデル化する。横断形状は、横断構成要素の幅員、勾配、比高等の設計データを基にモデル化する。このように、パラメトリックな道路設計データを利用して3次元形状を再現することで、一部の修正・変更が自動的にモデル全体へ反映され、設計変更の際する修正等が容易になる。3次元設計データ交換標準のデータモデルを図-4に示す。

本モデルでは、必要最低限のデータで道路形状を定義するために、道路中心線形とそれに直行する横断形状を用いて道路の3次元形状をモデル化する。3次元CADで利用する場合は、道路中心線を基準線として断面が変化する箇所等の横断形状を繋ぐことで、サーフェスやソリッドモデルを構築できる。横断形状は、車道（堤防天端）や法面等の「横断構成」要素をそれぞれの要素幅・勾配・比高で表現するモデル（以下、要素定義パターンという）と、「横断面」毎に形状の構成点で表現するモデル（以下、断面定義パターン）の2つの方法で定義する。地形は、設計情報として必要な「横断面」の地形情報を断面定義パターンによって定義する。舗装は、要素定義パターン、および断面定義パターンの各々でモデルを定義する。

#### (1) 要素定義パターン

要素定義パターンは、LandXML1.1のGradeModelを参考としたモデルであり、横断形状を構成する車道、路肩、歩道や法面等の要素に着目し、要素毎の形状変化点における幅員・横断勾配・比高とその適用区間を定義する。要素定義パターンのイメージを図-5に示す。

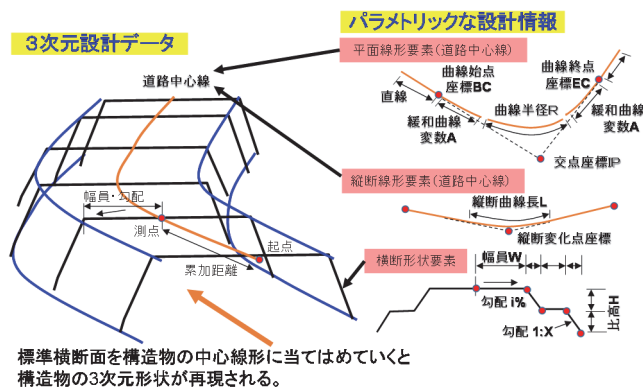


図-4 3次元設計データ交換標準のデータモデル

拡張の主なポイントとして、「標準断面・土工定規を定義する属性の追加」、「道路構成要素を左右に分ける基準線として幅員中心を追加」、「法面へ適用できるような比高・勾配の法勾配パターンを追加」、「勾配単位として1:Xを追加」、「断面変化点の位置で幅員、勾配等を入力する方式に変更」が挙げられる。適用区間の作成は、構成要素の幅員や勾配が変化する度に、変化点である適用区間の両端の要素幅、勾配、比高を規定する。本モデルは、構成要素の変化点をブレイクラインとして3次元化することから、設計思想を含めてデータ交換が可能である。また、断面ではなく帯の変化点の入力のみで済むことから、少ないデータで3次元形状を表現でき、設計変更の際するモデルの修正も容易である。ただし、道路設計に精通していない利用者にとっては、やや難解な構造となっている。

#### (2) 断面定義パターン

断面定義パターンは、LandXML1.1のCrossSectを拡張したモデルであり、TSによる出来形管理に用いる施工管理データ交換標準<sup>9)</sup>のモデルに、完成形状に必要な構成要素である中央帯、車道、歩道、路肩等の要素を追加したものである。また、パラメトリックなモデルとするため、横断構成点の座標は、横断面の幅員、比高、横断勾配等の設計パラメータから算出する。断面定義パターンのイメージを図-6に示す。断面定義パターンのモデルは、幅員、横断勾配、法面形状等が変化する毎に断面を定義し、隣り合う断面変化点の横断や20mピッチの管理断面を道路中心線形に沿って結んだものである。そのため、2次元設計の横断図を見ながらデータを作成できるメリットがある。一方、設計思想が伝わりにくく、断面変化点が多いとデータ量が大きくなる。

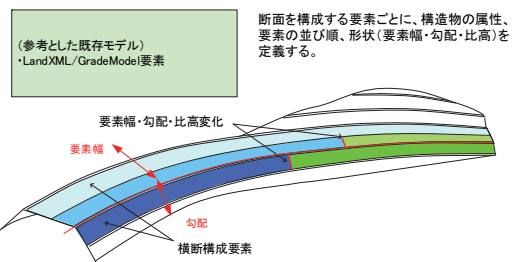


図-5 要素定義パターンのイメージ

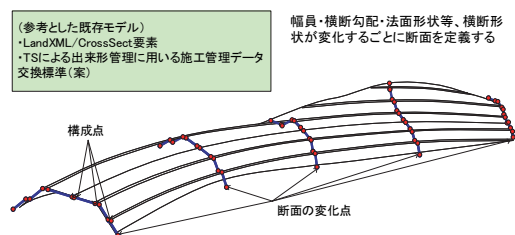


図-6 断面定義パターンのイメージ

### (3) 舗装モデル

舗装については、要素定義パターンに相当するモデル（舗装構成）と断面定義パターンに相当するモデル（舗装断面）の2つを作成した。舗装構成のモデルを図-7、舗装断面のモデルのイメージを図-8に示す。

舗装構成は、舗装の各層の上面の形状をモデル化する。舗装の横断形状は、横断構成要素の外側端点（たとえば幅員中心、路肩端等）を基準として、そこからの離れによって舗装左右端の位置を規定する。各層上面の高さは、舗装構成層の各層の厚さから算出し、勾配は、道路面の縦横断勾配を取得する。また、舗装幅の変化点のデータ入力を少なくするために、舗装幅が変化する箇所すべてに対して断面変化点を設定するのではなく、道路面の横断構成要素からの離れが変化した箇所を断面変化点として設定する。舗装モデルは、道路面や法面とは別にモデル化するものとし、舗装構成層（表層、基層等）毎に舗装材料、舗装厚、幅、延長等を入力していく。

舗装断面は、各道路断面に舗装面を線形で入力するものとし、断面定義パターンの構成点要素に追加した要素種別である「舗装」によって、断面の構成点を規定する。属性として舗装種類、舗装材料等を入力でき、舗装設計に必要な情報を保持できる。

## 4. LandXML1.2を用いた3次元設計データ交換標準の記述方法の検討

標準的なデータモデルは、既存のソフトウェアに実装しやすい形式であることが望ましい。国内外の3次元CADは、LandXMLに対応したものが多く、そこで、本

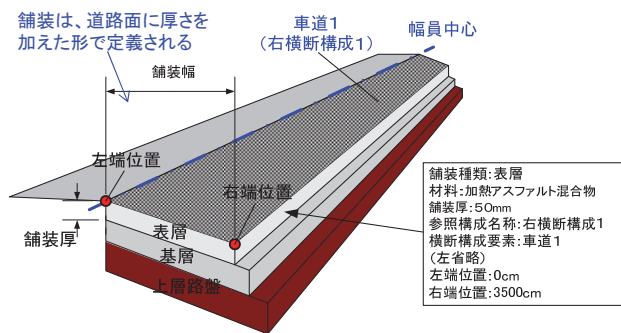


図-7 舗装構成のモデルのイメージ

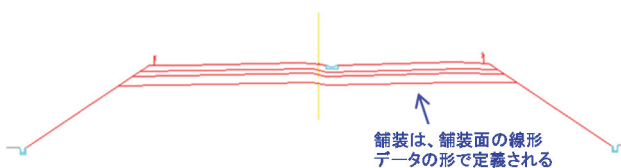


図-8 舗装断面のモデルのイメージ

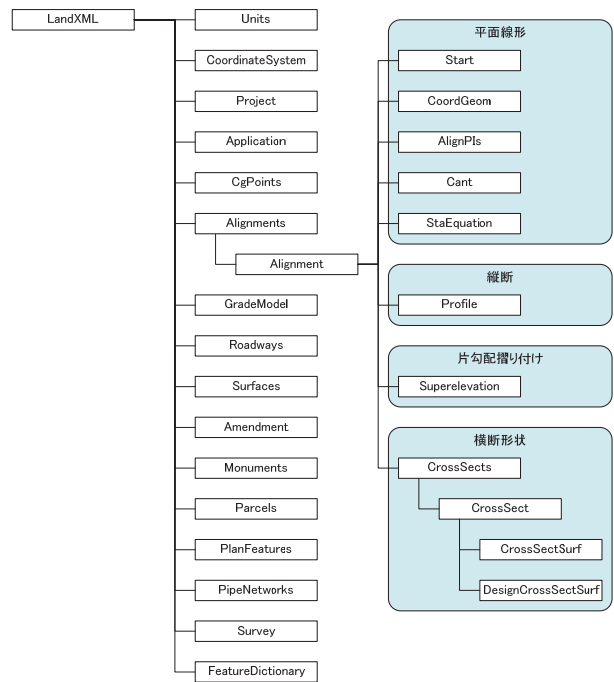


図-9 LandXML1.2の全体構成

研究では、LandXML1.2を対象として、その構造を変更・拡張することなく、3次元設計データ交換標準をLandXML1.2で記述できるか検討を行った。

### (1) LandXML1.2の構成

図-9は、LandXML1.2の全体構成であり、最上位にある要素、および平面線形、縦断、横断形状を示している。各要素の解説を以下に示す。

- **Units**  
メートル法またはヤード・ポンド法で、長さ、面積、体積等の単位を設定する。
- **CoordinateSystem**  
測地原子、鉛直原子、水平座標系、鉛直座標系を設定する。
- **Project**  
プロジェクト名を設定する。
- **Application**  
LandXMLのファイルの作成に使用したアプリケーションに関して設定する。子要素のAuthorにデータ作成者情報を設定する。
- **CgPoints**  
複数のグループ化した座標点を表現できる。
- **Alignments**  
複数の中心線形を表現できる。中心線形は、平面線形と縦断線形および横断形状等で構成されている。
- **GradeModel**  
中心線形を参照し道路形状を表現できる。



- **Roadways**  
中心線形を参照し、設計速度などの情報を設定できる。
- **Surfaces**  
複数の TIN サーフェスを表現できる。TIN を生成するための元データ（座標点、等高線、ブレイクライン等）も含んでいる。
- **その他**  
区画データを表す **Parcels**、配管網のデータを表す **PipeNetworks**、測量データを表す **Survey** 以外の要素は我が国 CAD における実装例が無い。他国における CAD 等の情報システムからの要求により盛り込まれたものと推測できる。

本研究では、上述の要素の中から、要素定義パターンを作成する上で参考とした **GradeModel**、断面定義パターンを作成する上で参考とした **Alignments** の子要素である **CrossSects** に着目し、3次元設計データ交換標準の要素定義パターンを表現できるか検討を行った。

(2) **CrossSects**

横断形状を表現できる **CrossSects** は、3次元設計データ交換標準の断面定義パターンを作成する際に参考としたモデルである。 **CrossSects** とその子要素の構成を図-10に示す。

**CrossSects** は、 **Alignment** の下に属しており **GradeModel** の様に中心線形は参照していない。 **CrossSect** は累加距離によって線形における位置を示す。 **CrossSectSurf** は、 **PntList2D**（2次元の座標リスト）で横断形状を表現し、現況地形や単純な計画線を示すために利用される。 **DesignCrossSectSurf** は、設計情報を表現するために、 **LandXML1.1** で追加された要素であり、 **CrossSectPnt**（構成点）によって折れ線や面を表現して道路を構成する要素を分割できることから、側溝や擁壁、舗装等の横断の面データを表現できる。 **DesignCrossSectSurf** は、 **CrossSect** 下に属していることから、 **CrossSectSurf** との併用が可能である。要素定義パターンと **CrossSects** の対応関係を図-11に示す。

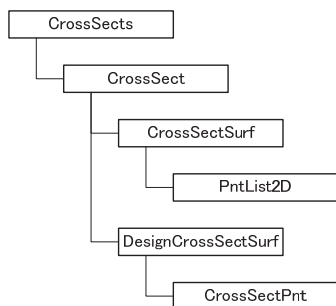


図-10 CrossSects の構成

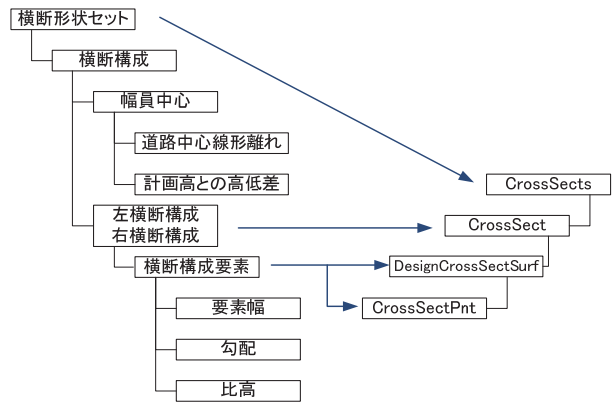


図-11 要素定義パターンと CrossSects の対応関係

**DesignCrossSectSurf** は、 **CrossSectSurf** と同様に、 **CrossSect** で指定された累加距離における断面形状を表す要素であるが、 **name** 属性を利用して構成要素の区分を規定し、 **CrossSectPnt** の **code** 属性を利用して前後の断面の繋がりを規定することで、要素定義パターンのような表現が可能である。道路構成要素は、名称で示すことができる。一方、横断面の内容を表現できるが幅員中心には対応していない。また、要素幅、勾配、比高等のパラメトリックな情報を直接保持できない。

(3) **GradeModel**

道路形状を表現できる **GradeModel** は、3次元設計データ交換標準の要素定義パターンを作成する際に参考としたモデルである。 **GradeModel** とその子要素の構成を図-12に示す。

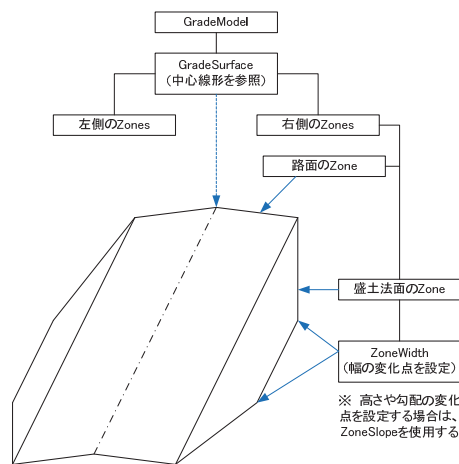


図-12 GradeModelの構成

**GradeSurface** は中心線形を参照し、 **Zones** は車線の区分（左側、右側、双方向）を表し、複数の **Zone** で構成されている。 **Zone** は車道、路肩、歩道等で構成され累加距離と幅や高さで形状を表現する。要素定義パターンと **GradeModel** の対応関係を図-13に示す。

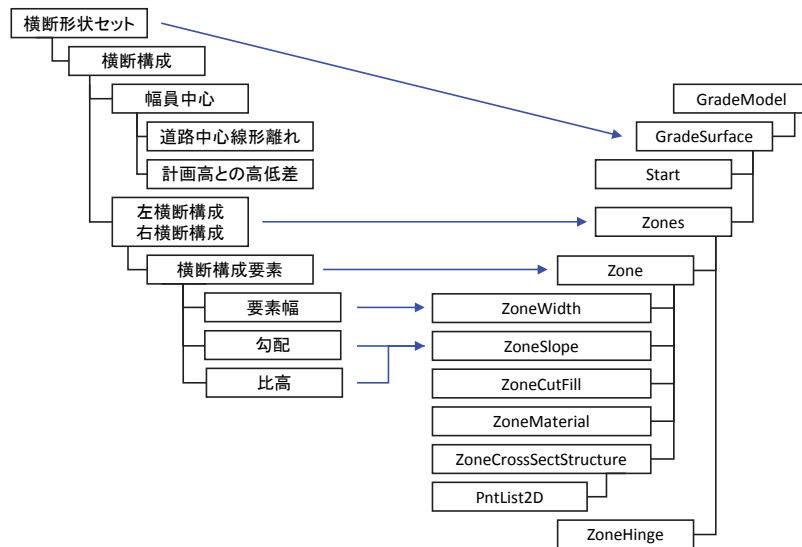


図-13 要素定義パターンとGradeModelの対応関係

GradeModelについては、3次元設計データ交換標準の要素定義パターンをほぼ充足していることがわかる。一方、GradeModelは、幅員中心に対応しておらず、道路構成要素も日本の設計と異なる。また、GradeModelは、表面の材質をZoneMaterialで示すことは出来るが、路盤などの内部については表現できず、3次元設計データ交換標準における舗装情報には対応していない。

(4) 3次元設計データ交換標準への適合性の評価

工夫次第で、CrossSects、およびGradeModelのどちらでも3次元設計データ交換標準を表記可能と思われるが、標準仕様は統一的な運用が望ましいことから、利用する要素を統一することを目的として、3次元設計データ交換標準とCrossSects (DesignCrossSectSurf) とGradeModelとの適合性について評価した。評価結果を表-1に示す。本研究では、用途適合性、実装容易性、使用柔軟性の観点から項目を設定し、各項目において両要素の適合性を評価した。

a) 測点毎の断面図作成

CrossSectSurfとDesignCrossSectSurfは、測点毎の断面を表すために多くの3次元CADソフトウェアで利用されている。よって、○と評価した。GradeModelでも、測点における断面図を作成することは可能であり、○と評価したが、作成するソフトウェアによって形状が異なる可能性がある。

b) 任意点の断面図作成

GradeModelは、○と評価した。DesignCrossSectSurfは、前後の断面との繋がりを持たせることによってGradeModelと同様に任意の位置で断面図を作成することが可能であることから、○と評価した。

表-1 適合性の評価結果

観点	項目	Design-Cross-SectSurf	GradeModel
用途適合性	測点毎の断面図作成	○	○
	任意点の断面図作成	○	○
	断面変化点の抽出	○	○
	厚さの表現	○	×
	材質の表現	○	△
	構造物の表現	○	△
実装容易性	CAD対応状況	△	×
	データ量	△	○
仕様柔軟性	仕様の明解さ	△	×
	断面定義との対応	○	×
	要素定義との対応	○	○

c) 断面変化点の抽出

GradeModelは、要素が変化する箇所において登録しているため、断面変化点の抽出が可能であり、○と評価した。DesignCrossSectSurfは要素定義パターンのように利用すれば、変化点の抽出が可能であることから○と評価した。

d) 厚さの表現

DesignCrossSectSurfは、断面形状として閉じた面を表現可能であり、舗装のように一定の厚さを持つ場合は厚さの情報を登録することが可能であり、○と評価した。GradeModelは基本的に閉じた面は表現できず、厚さも登録できないことから×と評価した。

e) 材質の表現

DesignCrossSectSurfは、材質を任意の文字で登録する事が可能であることから、○と評価した。GradeModelにおける材質は、予め定められたものから選択することになるため、自由度が低いことから△と評価した。

f) 構造物の表現

DesignCrossSectSurfは、閉じた面を登録出来るため、側溝や擁壁などの構造物も表現可能であることから○と評価した。GradeModelは、ZoneCrossSectStructureによって対応出来るようだが登録方法の詳細は不明である。また、登録できるタイプも予め定められたものから選択するため自由度が低いことから、△と評価した。

g) CAD対応状況

CADベンダーのLandXML対応で、一番多いのは平面線形と縦断線形、およびTINのサーフェイスである。DesignCrossSectSurfの横断形状モデルへの対応は、一部確認できる程度であったことから△と評価した。GradeModelについては、対応している製品が存在しないことから×と評価した。

h) データ量

DesignCrossSectSurf とGradeModelにおける要素の数に応じたバイト数を示し、一般的な道路設計におけるデータ量を推定した。道路設計におけるデータ量を算出するために図-14の平面図を想定した。この図における道路構成要素の数と要素の変化点を示す概略図を図-15に示す。また、DesignCrossSectSurfの基本的なデータ量から推定したデータ量を表-2、GradeModelの基本的なデータ量から推定したデータ量を表-3に示す。

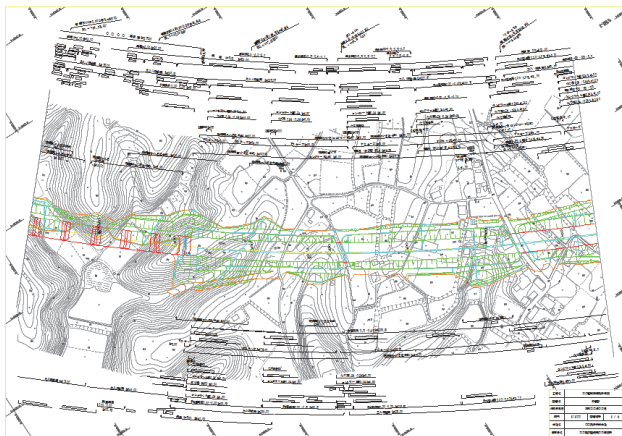


図-14 平面図の例

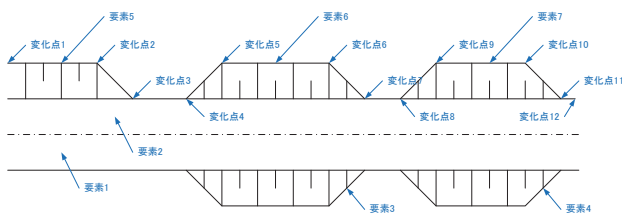


図-15 構成要素, 変化点の概略図

表-2 DesignCrossSectSurfのデータ量

要素	要素数	1要素数のデータ量 (Byte)	データ量 (Byte)
CrossSectPnt	21	58	1218
DesinCrossSectSurf (左側)	12	75	900
DesinCrossSectSurf (右側)	9	76	684
CrossSect	7	59	413
CrossSects	1	25	25
合計			3240

表-3 GradeModelのデータ量

要素	要素数	1要素数のデータ量 (Byte)	データ量 (Byte)
ZoneWidth	9	73	657
Zone	7	173	1211
Zones (左側)	1	27	27
Zones (右側)	1	28	28
GradeSurface	1	84	84
GradeModel	1	25	25
合計			2032

結果として、GradeModelの方が、DesignCrossSectSurfに比べてデータ量が小さい。よって評価を○とした。DesignCrossSectSurfは、GradeModelより1KByte程度データ量が多かった。想定した平面図では、問題となるような差ではないが、1.5倍程度と要素の変化点が多い場合は影響が残る可能性があることから、評価を△とした。

i) 仕様の明解さ

LandXML仕様は、XMLスキーマ、ファイルに記載されたコメント、変更履歴のドキュメントのみで不明な点が多い。DesignCrossSectSurfは、変更履歴のドキュメントや各社の実装例から実用的な交換に関わる程度の仕様は判断できた。よって、△と評価した。一方、GradeModelは、ドキュメントによる記載がほとんどなく、実装例が存在しない。よって、×と評価した。

j) 断面定義との対応

DesignCrossSectSurfは、幅員中心が無いなど完全ではないが、断面定義パターンを表す事ができる。よって、○と評価した。GradeModelは、断面定義パターンを表すことが困難である。よって、×と評価した。

k) 要素定義との対応

GradeModelは、幅員中心が無いなど完全ではないが、要素定義パターンを表現できる。よって、○と評価した。DesignCrossSectSurfも、運用方法によって要素定義パターンを表す事ができる。よって、○と評価した。

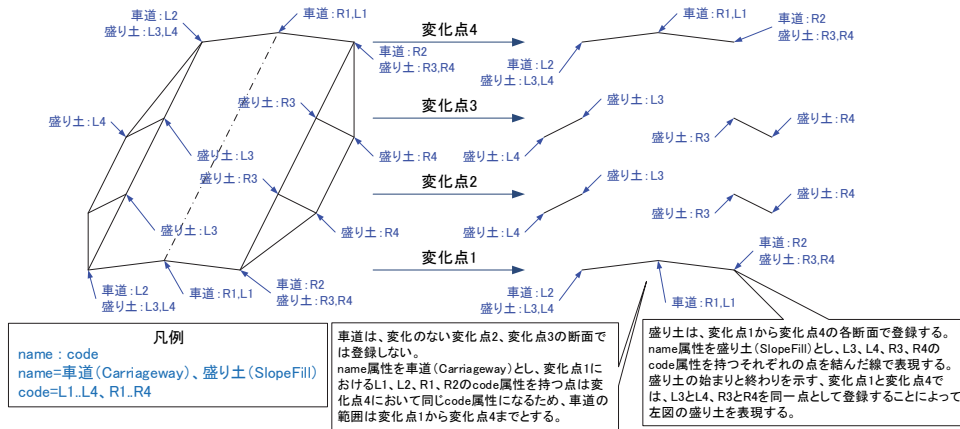


図-16 name と code を利用した要素定義パターンの表現例

結果として、CrossSects (DesignCrossSectSurf) は、データ量を除き、ほぼすべての評価項目で優位と評価されたことから、本研究では、CrossSects の DesignCrossSectSurf を用いて、要素定義パターンと断面定義パターンの両モデルを表現するものとした。

(5) 横断形状の記述方法

DesignCrossSectSurf の name と code を利用した要素定義パターンの表現例を図-16、XMLでの記述例を図-17に示す。

要素定義パターンでは、車道部の変化のない途中の断面(変化点2と3)は設定せず、code属性を使って各構成要素の繋がりや連続性を表現する。また、盛り土の始まりと終わり(変化点1と4)は、構成点の位置を同じ値で入力し、同一点(L3とL4, R3とR4)として設定することによって、図-16のような閉じた形状を表現することが可能となる。また、DesignCrossSectSurfは、要素幅、勾配、比高等のパラメトリックな情報を直接保持できないことから、構成点(CrossSectPnt)の位置は、従来のように道路中心線形からの離れと標高で表現する。ただし、nameとcodeによって、各要素の繋がりや連続性を保持しているため、各構成点座標から要素幅、勾配、比高の値を算出することで、ソフトウェア上でのパラメトリックな運用は可能である。

(6) 対応する構成要素がない場合の記述方法

LandXMLに対応する要素が無い場合は、LandXMLのFeature要素、およびその子要素のProperty要素を利用して記述する。Feature要素は、LandXMLで定義されていない要素を追加する際に使用する要素であり、自由な記述が可能である。道路設計概念を明示的に示す必要はないが、データ交換すべき以下のような設計情報については、このFeature要素を使用して定義する。

- 「中間点における一部の属性(累加距離標, 接線方向角)」は、CgPointsの子要素として、FeatureとPropertyを利用する。

```
<CrossSects>
  <CrossSect sta="0.0000">
    <DesignCrossSectSurf name="車道" side="left">
      <CrossSectPnt code="L1">0.10.</CrossSectPnt>
      <CrossSectPnt code="L2">-3.5 9.93</CrossSectPnt>
    </DesignCrossSectSurf>
    <DesignCrossSectSurf name="盛り土" side="left">
      <CrossSectPnt code="L3">-3.5 9.93</CrossSectPnt>
      <CrossSectPnt code="L4">-3.5 9.93</CrossSectPnt>
    </DesignCrossSectSurf>
    <DesignCrossSectSurf name="車道" side="right">
      <CrossSectPnt code="R1">0.10.</CrossSectPnt>
      <CrossSectPnt code="R2">3.5 9.93</CrossSectPnt>
    </DesignCrossSectSurf>
    <DesignCrossSectSurf name="盛り土" side="right">
      <CrossSectPnt code="R3">3.5 9.93</CrossSectPnt>
      <CrossSectPnt code="R4">3.5 9.93</CrossSectPnt>
    </DesignCrossSectSurf>
  </CrossSect>
  <CrossSect sta="10.0000">
    <DesignCrossSectSurf name="盛り土" side="left">
      <CrossSectPnt code="L3">-3.5 9.93</CrossSectPnt>
      <CrossSectPnt code="L4">-4.5 8.93</CrossSectPnt>
    </DesignCrossSectSurf>
    <DesignCrossSectSurf name="盛り土" side="right">
      <CrossSectPnt code="R3">3.5 9.93</CrossSectPnt>
      <CrossSectPnt code="R4">4.5 8.93</CrossSectPnt>
    </DesignCrossSectSurf>
  </CrossSect>
  <CrossSect sta="40.0000">
    <DesignCrossSectSurf name="盛り土" side="left">
      <CrossSectPnt code="L3">-3.5 9.93</CrossSectPnt>
      <CrossSectPnt code="L4">-4.5 8.93</CrossSectPnt>
    </DesignCrossSectSurf>
    <DesignCrossSectSurf name="盛り土" side="right">
      <CrossSectPnt code="R3">3.5 9.93</CrossSectPnt>
      <CrossSectPnt code="R4">4.5 8.93</CrossSectPnt>
    </DesignCrossSectSurf>
  </CrossSect>
  <CrossSect sta="50.0000">
    <DesignCrossSectSurf name="車道" side="left">
      <CrossSectPnt code="L1">0.10.</CrossSectPnt>
      <CrossSectPnt code="L2">-3.5 9.93</CrossSectPnt>
    </DesignCrossSectSurf>
    <DesignCrossSectSurf name="盛り土" side="left">
      <CrossSectPnt code="L3">-3.5 9.93</CrossSectPnt>
      <CrossSectPnt code="L4">-3.5 9.93</CrossSectPnt>
    </DesignCrossSectSurf>
    <DesignCrossSectSurf name="車道" side="right">
      <CrossSectPnt code="R1">0.10.</CrossSectPnt>
      <CrossSectPnt code="R2">3.5 9.93</CrossSectPnt>
    </DesignCrossSectSurf>
    <DesignCrossSectSurf name="盛り土" side="right">
      <CrossSectPnt code="R3">3.5 9.93</CrossSectPnt>
      <CrossSectPnt code="R4">3.5 9.93</CrossSectPnt>
    </DesignCrossSectSurf>
  </CrossSect>
</CrossSects>
```

図-17 XMLでの記述例

- 「中間点における一部の属性(累加距離標, 接線方向角)」は、CgPointsの子要素として、FeatureとPropertyを利用する。
- 「測点間隔」は、staEquationの子要素として、FeatureとPropertyを利用する。
- 「片勾配摺り付け」は、Superelevationの子要素として、FeatureとPropertyを利用する。
- 「幅員中心」は、CrossSectの子要素として、FeatureとPropertyを利用する。



なお、合致する要素が存在せず、設計データとして明示化するとまでは言い難い以下の要素については、desc(注記)を使用して定義するものとした。

- 事業段階, その他の注記
- 座標参照系の注記
- 座標点セットの注記
- 座標点の注記
- 構築物情報種別, 規格・等級, 設計交通量, 左右岸区分
- 線形計算手法及びその他の注記
- IP点の注記
- 縦断線形の注記
- 縦断地盤線の注記
- 作成データの業務段階, その他の注記
- 管理断面, 目標座標名称
- ラウンディング距離, 横断構成の種別, 建築限界, 舗装種類

### 5. 検証

既存の3次元CADソフトウェアでは、LandXML1.2の仕様をすべてサポートしていないことから、本標準で3次元形状を再現できるか実際にデータを作成して確認することはできない。そこで、本研究では、LandXMLのテストデータと3次元設計データ交換標準に対応したビューアを作成し、提案した3次元設計データ交換標準のLandXML1.2による記述方法で、3次元形状を正しく表現できるか目視確認による検証をおこなった。作成した道路のテストデータを表-4、河川堤防のテストデータを表-5に示す。

テストデータは、3次元設計データ交換標準を3次元CADソフトウェアに実装する際に混乱しやすいと思われる点を想定し、22例のケースを抽出しデータを作成した。作成方法としては、実際の道路及び河川堤防設計の3次元CADデータを元に、市販の3次元CADから出力したLandXMLデータをテキストエディタで3次元設計データ交換標準データのモデルに修正した。

表-4 道路のテストデータ

No	内容	確認箇所
1	事業段階と適用基準を含むデータ	ProjectのFeature
2	複数の作成者情報を持つデータ	Author
3	中間点の座標点セットを持つデータ	CgPointsのFeature
4	規格・等級, 設計交通量を持つデータ	AlignmentsのFeature
5	複数の平面線形を持つデータ	Alignment
6	設計計算手法がIP法のデータ	AlignmentのFeature

7	主測点間隔の(副測点間隔を持たない)データ	AlignmentのFeature
8	主測点間隔と副測点間隔を持つデータ	AlignmentのFeature
9	ブレーキを持つデータ	StaEquation
10	片勾配変移点を持つデータ	Superlevation
11	ひとつの平面線形に複数の縦断線形を持つデータ	Profile
12	幅員中心を持つデータ	CrossSectのFeature
13	管理断面を持つデータ	CrossSectのFeature
14	舗装を含むデータ	DesignCrossSectSurf
15	構築物を含むデータ	DesignCrossSectSurf
16	建築限界を持つデータ	DesignCrossSectSurfのFeature
17	構成点コードを持つデータ	CrossSectPnt
18	要素定義モデルのデータ	CrossSectPnt
19	設計速度を持つデータ	DesignSpeed

表-5 河川のテストデータ

No	内容	確認箇所
20	河川の等級, 左右岸区分を持つデータ	AlignmentsのFeature
21	横断方向角がある横断面を持つデータ	CrossSect
22	目標座標名称を持つデータ	CrossSectのFeature

ビューアは、国土交通省の景観シミュレータVer.2.09<sup>14)</sup>を基に、3次元設計データ交換標準の形式でLandXML1.2を取り込む外部関数を実装して作成した。諸元データのうち、要素定義パターンのテストデータを作成したものを図-18~20、景観シミュレータでの出力結果を図-21~23に示す。

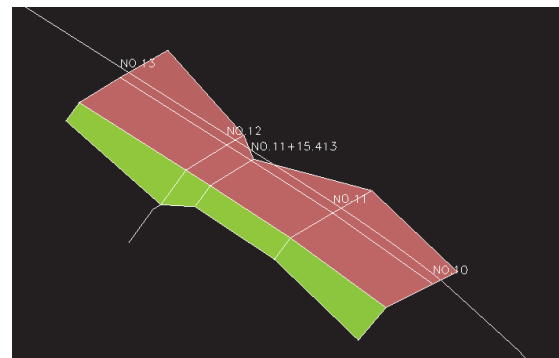


図-18 諸元データ (No. 17)

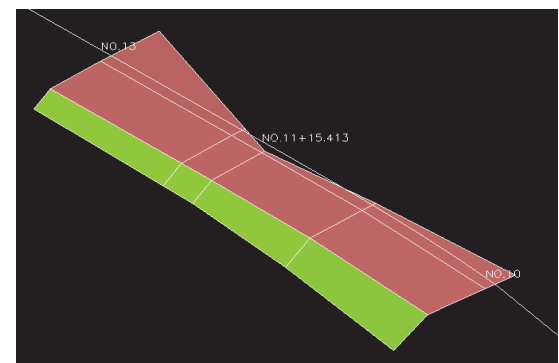


図-19 諸元データ (No. 18)

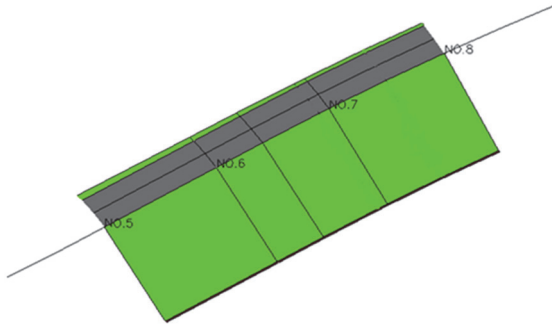


図-20 諸元データ (No. 20, 21, 22)

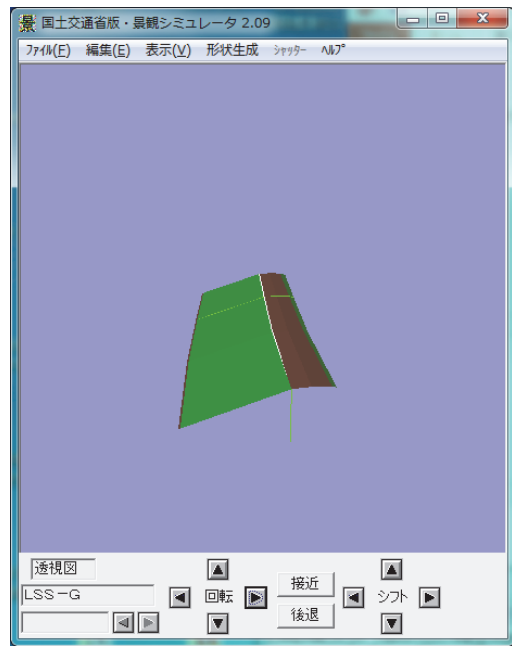


図-23 出力結果 (No. 20, 21, 22)

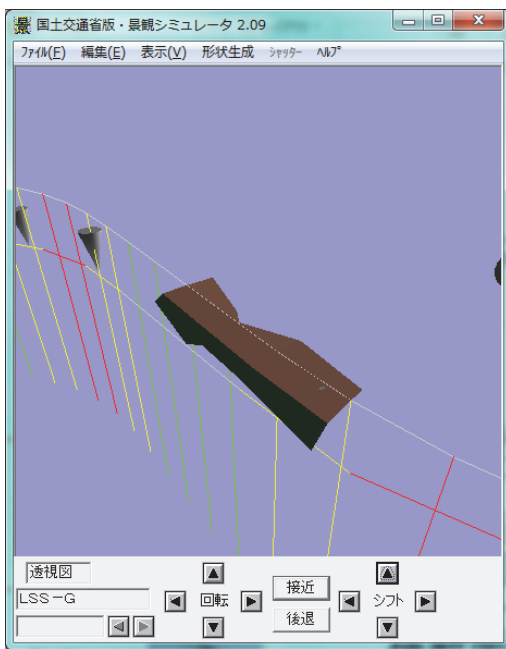


図-21 出力結果 (No. 17)

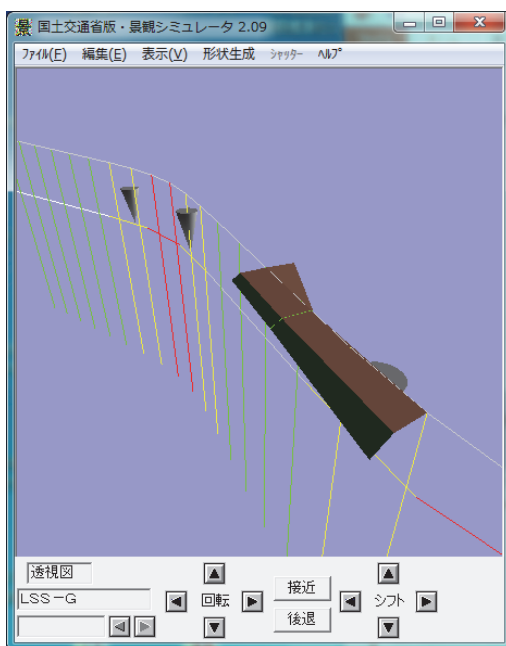


図-22 出力結果 (No. 18)

景観シミュレータは、仮想コンバータ（保存する当該記録データのファイル形式を記述したメタファイルから当該記録データの入出力プログラムを自動生成するコンパイラ）を備えており、外部のファイルを景観シミュレータのデータ形式に変換して表示する。そのため、本仮想コンバータでLandXMLデータを変換し、景観シミュレータ上で正しく表示できれば、正確にデータ交換できることの証左となる。

出力結果から、諸元データの道路、河川堤防形状を要素定義パターンで景観シミュレータ上に正しく表現できていることがわかる。以上の結果から、本研究で作成した3次元設計データ交換標準をLandXML1.2で記述でき、かつソフトウェア間でデータ交換できることを確認できた。

## 6. まとめ

本研究では、道路の3次元設計データを後工程で円滑に流通・再利用できることを目的として、データ交換のための3次元データモデルの標準仕様を作成した。また、LandXML1.2を用いて、3次元設計データ交換標準を記述できることを確認した。構造物の横断形状データについて、電子納品成果のXML仕様として標準化し、流通できれば、詳細設計や施工、維持管理等の後工程における業務やデータ作成の効率化、転記ミスの防止に繋がる。また、本データモデルは、既存のLandXML1.2を用いて記述できることから、ソフトウェア側も比較的事業しやすいと考える。これまで、道路や河川堤防等の3次元形状を表現する様々なデータモデルが提案されているが、用途の違い等によりモデル全体の標準化は困難であり、

実務での利用も進んでいるとは言い難い。本成果を標準的なプロダクトモデル検討の基礎資料とすることで、今後の検討の活性化に繋がると考える。今後は、本データモデルの具体的な運用ルールや利活用方法、および対象外とした交差点やトンネルや他の構造物のデータ交換モデルについて検討を進める予定である。

**謝辞:** 本研究を実施するにあたって、ご協力頂いた関係者各位に心から感謝の意を表します。

#### 参考文献

- 1) 国土交通省：道路中心線形データ交換標準(案)基本道路中心線形編 Ver1.1, <<http://www.nilim.go.jp/lab/qbg/bunya/cals/pdf/roadcenter1.1.pdf>>, 国土技術政策総合研究所, (入手 2013.1.) .
- 2) 国土交通省：道路中心線形データ交換標準に係わる電子納品運用ガイドライン(案), <[http://www.nilim.go.jp/lab/qbg/bunya/cals/pdf/roadcenter\\_guide.pdf](http://www.nilim.go.jp/lab/qbg/bunya/cals/pdf/roadcenter_guide.pdf)>, (入手 2008.3.) .
- 3) 国土交通省：電子納品運用ガイドライン【業務編】, <[http://www.cals-ed.go.jp/mg/wp-content/uploads/guide\\_d2.pdf](http://www.cals-ed.go.jp/mg/wp-content/uploads/guide_d2.pdf)>, (入手 2009.6.) .
- 4) 国土交通省：TSによる出来形管理に用いる施工管理データ交換標準(案) Ver.4.1, <[http://www.nilim.go.jp/lab/qbg/ts/info\\_exchange.html](http://www.nilim.go.jp/lab/qbg/ts/info_exchange.html)>, 国土技術政策総合研究所, (入手 2013.1.) .
- 5) 国土交通省：情報化施工技術の使用原則化について, <<http://www.mlit.go.jp/common/000994630.pdf>>, (入手 2013.3.) .

- 6) 国土交通省：国土交通省 CALS/EC アクションプログラム 2008, <<https://www.mlit.go.jp/common/000036985.pdf>>, (入手 2009.3.) .
- 7) 国土交通省：情報化施工推進戦略の 28 課題と達成状況, 情報化施工推進会議(第 11 回), 2012.
- 8) 神原明宏, 青山憲明, 金澤文彦：道路横断形状データ交換標準に関する研究, 土木情報利用技術講演集, Vol.33, pp.33-36, 2008.11.
- 9) LandXML.org : *LandXML-1.2 Schema*, <<http://www.landxml.org/>>, (入手 2012.11.) .
- 10) 日本測量機器工業会：SIMA 測量データ共通フォーマット Ver.04.1, 2012.
- 11) 古田均, 田中成典, トーマスフローズ, 山崎元也, 本郷延悦, 草野成一, 物部寛太郎：高速道路事業におけるプロダクトモデルの研究開発, 情報処理学会論文誌, 情報処理学会, Vol.49, No.8, pp.2802-2817, 2008.8.
- 12) 篠原雅人, 上石修二, 藤島崇, 椎葉祐士：情報化施工に必要な 3 次元設計データに関する一提案, 土木情報利用技術論文集, 土木学会, Vol.18, pp.67-74, 2009.10.
- 13) 社団法人日本道路協会：道路構造令の解説と運用, 2004.2.
- 14) 小林英之：国土交通省版・景観シミュレーション・システム Ver.2.09 のアーキテクチャ, 国土技術政策総合研究所報告, 国土技術政策総合研究所, No.42, 2011.

(2014. 10. 27 受付)

## RESERCH ON DATA EXCHANGE FORMAT FOR 3D ROAD DESIGN DATA USING LandXML

Hisatoshi TANIGUCHI, Noriaki AOYAMA, Rei FUJITA and Koichi SHIGETAKA

In the construction business, actual performance of the information construction has increased. In particular the use of 3D information of the work progress control using TS (Total Station) is being established. However, 3D data are created based on the original two-dimensional drawings by builder. The entire business become more efficient if create a 3D data at the design stage and distribute and use to post-process. In this study, we have extended LandXML for the purpose of fitting to Japan road design, and created a standard model intended to exchange 3D data and information required in the design and construction.