

(10) 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¹・青山 憲明²・藤田 玲²・重高 浩一²

¹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

²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、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に基づいた3次元データの納品が開始されており、TSを用いた出来形管理等に活用されつつある。TSを用いた出来形管理では、道路中心線形データと出来形横断形状を組み合わせて道路の3次元形状を表現し利用する。このような3次元モデルは、施工管理での利用に特化しており、建設サイクル全体で流通・利活用することに適したモデルとはなっていない。

国土交通省CALS/ECアクションプログラム2008¹⁾では、「調査・計画・設計・施工・管理を通じて利活用な電子データの利活用」を目標として設定しており、今後、CIM（Construction Information Modeling）を展開する上で、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²⁾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、道路中心線形と組み合わせる横断形状や、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」を設置して検討を行ってきた。

本研究では、これらの検討を基に、LandXML³⁾等の既存の道路プロダクトモデルを日本の道路設計や既存ソフトウェアに適合しやすいよう拡張し、道路の3次元設計データを円滑に流通・再利用するためのデータ交換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、作成した3次元設計データ交換標準について、LandXML1.2を用いて記述可能か検討を行った。

2. 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、設計変更に際する修正等

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-1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、サーフェースやソリッドモデル等を構築できる。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-2に示す。

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に比高・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、パラメトリックな設計データに基づくモデルであることから、設計思想を含めてデータ交換が可能である。また、少ないデータで3次元形状を表現でき、設計変更に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。

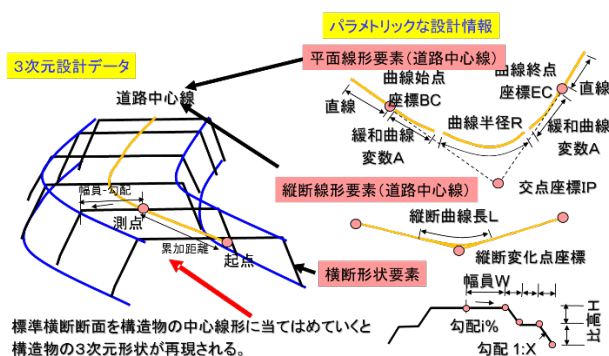


図-1 3次元設計データ交換標準のデータモデル

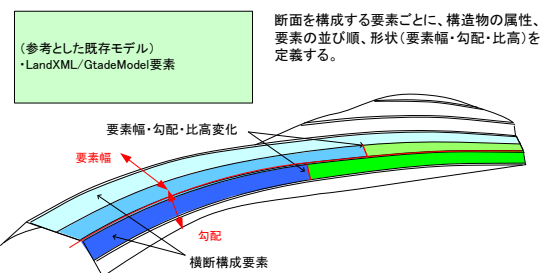


図-2 要素定義パターンのイメージ

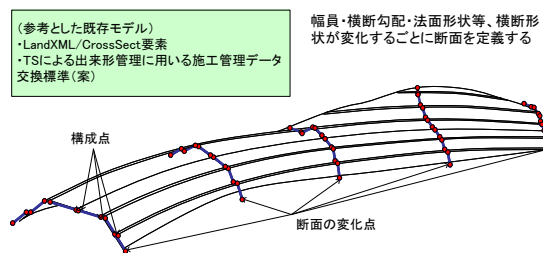


図-3 断面定義パターンのイメージ

(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-3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する。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。

(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-4、舗装断面のモデルのイメージを図-5に示す。

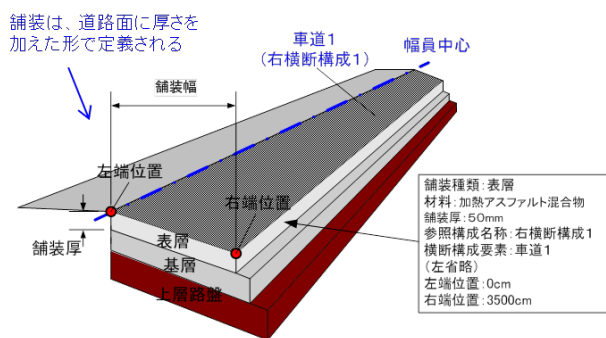


図-4 舗装構成のモデルのイメージ

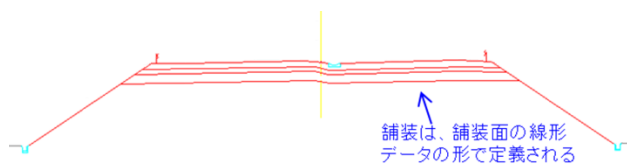


図-5 舗装断面のモデルのイメージ

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。

舗装断面は、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。

3. 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) 横断形状の記述方法

3次元設計データ交換標準をLandXML1.2で記述する際の対応関係を図-6に示す。横断形状を表現できるCrossSectsは、断面定義パターンを作成する際に参照したモデルである。要素定義パターンは、GradeModelを参考としたモデルであるが、標準仕様は統一的な運用が望ましいことから、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した。CrossSectsの構成を図-7に示す。

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

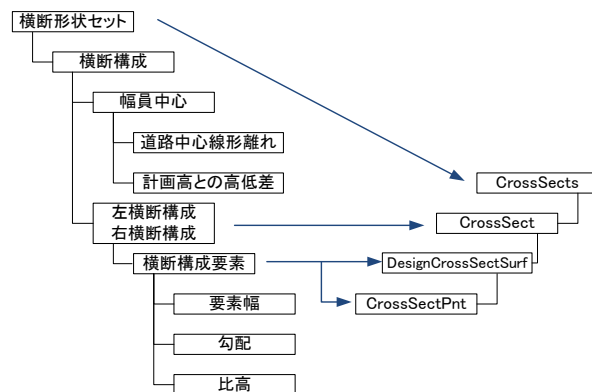


図-6 LandXML1.2 との対応関係

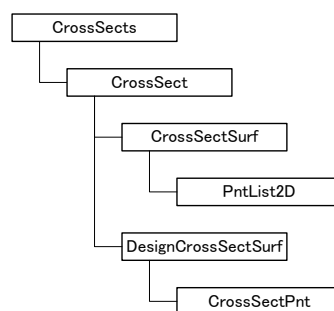


図-7 CrossSects の構成

り、複数の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、舗装等の横断における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。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。nameとcodeを利用した要素定義パターンの表現例を図-8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は設定せず、code属性を使って各構成要素の繋がりと連続性を表現する。また、盛り土の始まりと終わりを同一点（R3とR4、L3とL4）として設定することによって、図のような形状を表現することが可能となる。

(2) 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。

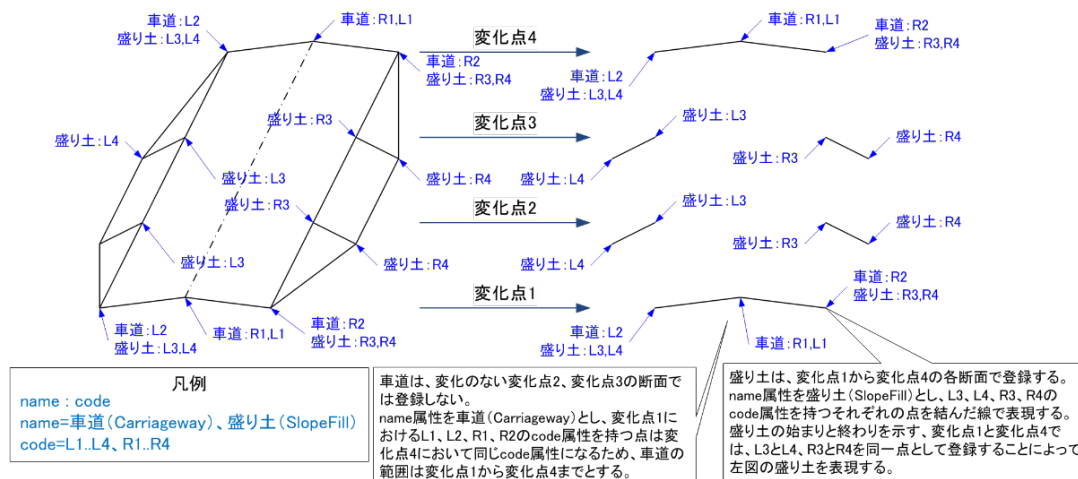


図-8 name と code を利用した要素定義パターンの表現例

- ・ 中間点における一部の属性（累加距離標、折線方向角）
- ・ 測点間隔
- ・ 片勾配摺り付け
- ・ 幅員中心

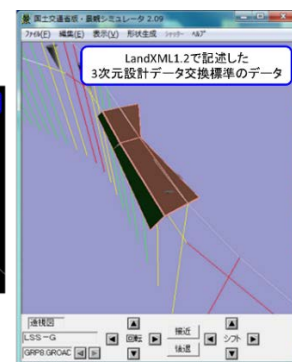
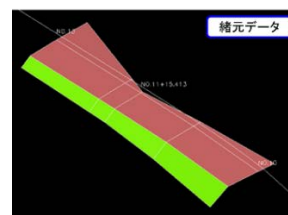


図-9 検証結果

4. 検証

本研究では、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確認するため、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、目視確認による検証をおこなった。図-9に検証結果を示す。

テストデータは、市販の3次元CADから出力したLandXMLデータ（断面定義パターン）をテキストエディタで修正し、要素定義パターンのモデルとして作成した。ビューアは、国土交通省の景観シミュレータVer.2.09⁹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。検証結果から、諸元データの道路形状を要素定義パターンで表現できていることがわかる。

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の実装しやすいと考える。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がたい。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。

5. 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。

参考文献

- 1) 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.) .
- 2) 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.
- 3) LandXML.org : LandXML-1.2 Schema, <<http://www.landxml.org/>>, (入手 2012.11.) .
- 4) 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.