

## 3次元道路形状の円滑な流通・再利用のための データ交換モデルの標準仕様

谷口寿俊・青山憲明・藤田 玲・重高浩一

### 1. はじめに

国土交通省では、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、道路中心線形データ交換標準(案)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>1)</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。また、各CADベンダーや測量機器メーカーのソフトウェアでは、特定の用途に特化した独自のデータ形式を採用していることが多く、現状の3次元データは、他の用途やソフトウェアでの再利用性が低いものとなっている。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・利活用に適した標準となる3次元データを設計段階で作成し、施工・維持管理等の後工程で別の用途やソフトウェアでそのまま再利用できれば、事業全体の高度化・効率化に繋がる。

国土技術政策総合研究所(以下、国総研という。)

では、既存の道路データモデルを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に必要な情報を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<sup>2)</sup>(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、既存の設計ソフトウェア(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ソフトウェアに対応している既存のデータ記述形式(LandXML1.2<sup>3)</sup>)を用いて、3次元設計データ交換標準を表現できるか検証を行った。

### 2. 3次元設計データ交換標準

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、平面線形に基づき横断勾配が決定し、これらを元に道路面の横断形状を求める。法面については、地質条件により勾配と法高が決定し、これを元に法面の横断形状を求める。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。

LandXMLや横断SIMA等の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、変更点だけではなく、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。既存および本データモデルの特徴を図-1に示す。

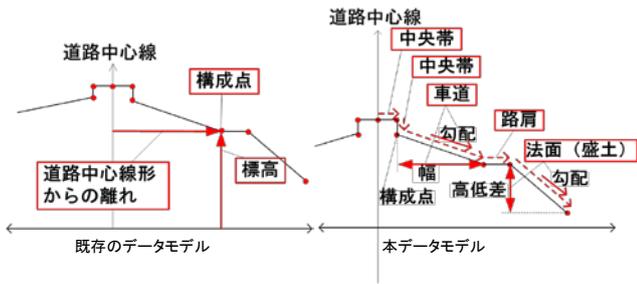


図-1 既存および本データモデルの特徴

本モデルでは、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全構成点のパラメータに反映されるため、設計段階でのデータ作成、修正の手間を軽減できる。3次元設計データ交換標準のデータモデルを図-2に示す。

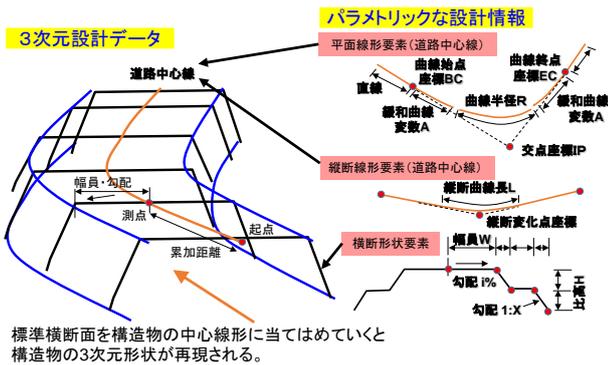


図-2 3次元設計データ交換標準のデータモデル

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。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。

### 2.1 要素定義パターン

要素定義パターンは、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-3に示す。

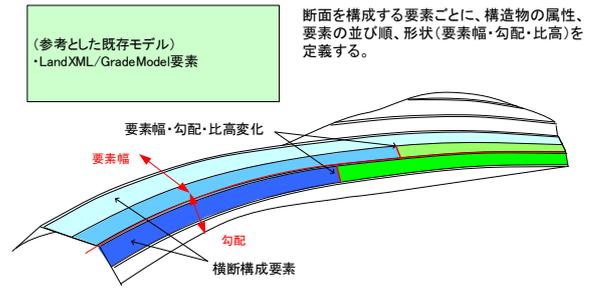


図-3 要素定義パターンのイメージ

既存のデータモデルからの主な拡張点として、「横断面の中から標準横断面を判別するための項目（フラグ）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。

### 2.2 断面定義パターン

断面定義パターンは、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-4に示す。

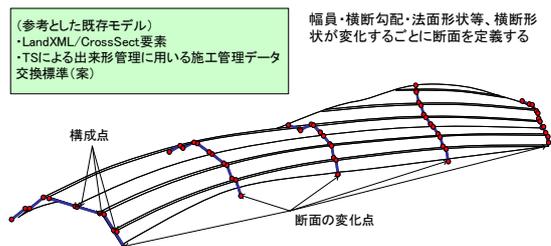


図-4 断面定義パターンのイメージ

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. 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ことから、LandXML1.2を用いて、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記述できるか検討を行った。

#### 3.1 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-5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考としたモデルである。

そのため、一部対応していない構成要素はあるが、断面定義パターンの表現は可能である。CrossSectは累加距離によって線形における位置を示す。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、舗装等の横断面を表現できる。

DesignCrossSectSurf は、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-6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-6のような閉じた形状を表現することが可能となる。

#### 3.2 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、データ交換すべき設計情報（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）については、このFeature要素を使用して定義する。

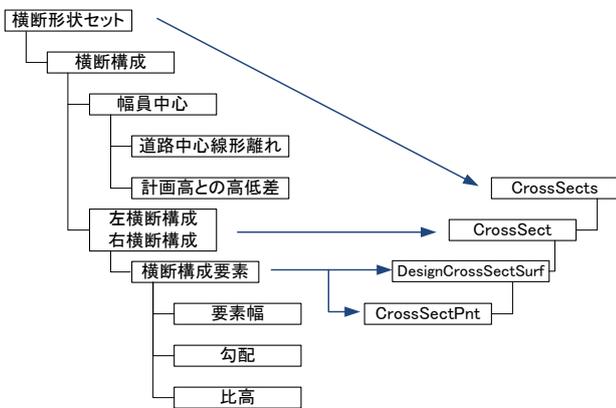


図-5 LandXML1.2との対応関係

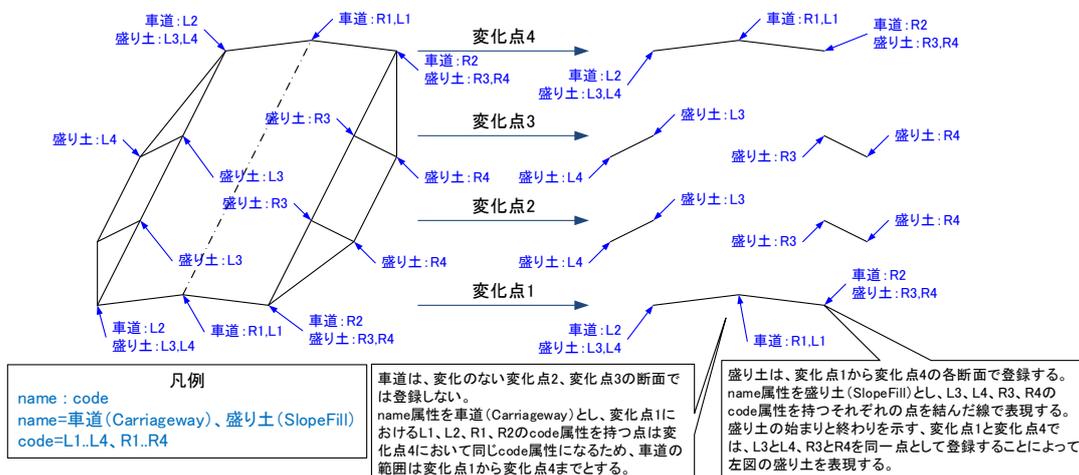


図-6 nameとcodeを利用した要素定義パターンの表現例

#### 4. 検証

検証では、LandXML1.2で3次元設計データ交換標準のテストデータ、および3次元設計データ交換標準に対応した3次元ビューアを作成し、形状を正しく表現できるか目視による確認をおこなった。図-7に出力結果を示す。

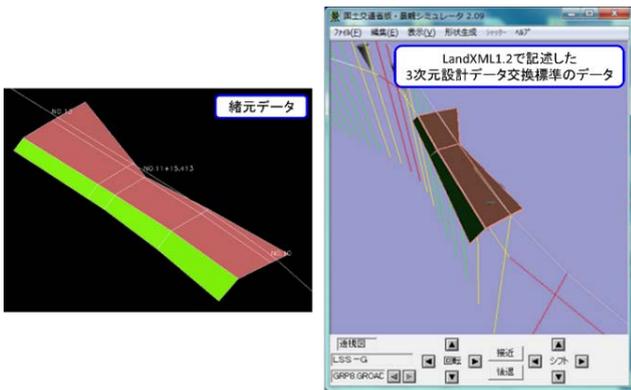


図-7 出力結果

テストデータは、実際の道路及び河川堤防設計の3次元CADデータ（緒元データ）を元に要素定義パターンのデータを作成した。ビューアは、国土交通省の景観シミュレータ Ver.2.09<sup>4)</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追加実装して作成した。景観シミュレータは、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、本シミュレータでテストデータを変換し、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、3次元設計データ交換標準がLandXML1.2で記述可能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。

#### 5. おわりに

国総研では、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ないとは言い難い。本成果を基に標準的なプロダクトモデルの検討が進むことで、ソフトウェアへの実装および実務での利用促進に繋がると考える。

#### 参考文献

- 1) 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）
- 2) 国土交通省：3次元設計データ交換標準（素案）、<[http://www.nilim.go.jp/lab/qbg/bunya/cals/information/files/h25\\_hyojun.pdf](http://www.nilim.go.jp/lab/qbg/bunya/cals/information/files/h25_hyojun.pdf)>、国土技術政策総合研究所、（入手 2013.3）
- 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

谷口寿俊



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 研究官、情博  
Dr. Hisatoshi TANIGUCHI

青山憲明



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 主任研究官  
Noriaki AOYAMA

藤田 玲



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 部外研究員  
Rei FUJITA

重高浩一



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長  
Koichi SHIGETAKA