

(8) LandXML1.2 に準じた 3 次元設計データ交換標準のデータモデルと運用方法の検討

川野 浩平¹・谷口 寿俊²・青山 憲明¹・重高 浩一³・山岡 大亮⁴・
関谷 浩孝¹

¹正会員 国土交通省 国土技術政策総合研究所 社会資本マネジメント研究センター
社会資本情報基盤研究室 (〒305-0804 茨城県つくば市旭 1 番地) E-mail: jyouchou@nilim.go.jp

²非会員 元 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
現 青山学院大学附置情報メディアセンター (〒252-5258 神奈川県相模原市中央区淵野辺 5-10-1)

³正会員 元 国土交通省 国土技術政策総合研究所 社会資本マネジメント研究センター
社会資本情報基盤研究室 現 内閣府 (〒100-8914 東京都千代田区永田町 1-6-1)

⁴非会員 国土交通省 国土技術政策総合研究所 社会資本マネジメント研究センター
社会資本情報基盤研究室 (〒305-0804 茨城県つくば市旭 1 番地)

国土交通省では、「ICT の全面的な活用」等の施策を建設現場に導入する取組である i-Construction を推進している。これまで、情報化施工に利用するために施工段階で 3 次元データを作成してしてきたが、i-Construction では、測量・設計段階で作成した 3 次元データを施工や維持管理等のあらゆる建設生産プロセスで活用し、土工における抜本的な生産性の向上を目指している。しかし、各プロセスではそれぞれ異なる 3 次元データ利用システムが用いられているため、各プロセス間で 3 次元データの互換性がない状態である。本研究では、国内外で多数の CAD やソフトウェアに対応した国際的な 3 次元の標準モデルである LandXML を基に特定のシステムに依存しない 3 次元設計データモデルを作成し、その運用方法を検討した。

Key Words: ICT, i-Construction, LandXML, 3D-Design Data

1. はじめに

国土交通省では、「ICT の全面的な活用 (ICT 土工)」等の施策を建設現場に導入する取組である i-Construction^{1,2)}を進めている。これまで、情報化施工で利用するために施工段階で 3 次元データを作成してきたが、i-Construction では、調査・設計段階で作成した 3 次元データを施工、検査、維持管理等のあらゆる建設生産プロセスで活用し、土工における抜本的な生産性の向上を図ることを目指している。

施工段階では、MC・MG (マシンコントロール・マシンガイダンス) や TS (トータルステーション) を用いた出来形管理などの 3 次元データを用いた情報化施工技術が一般化し、定着しつつある。また、測量・設計段階では CIM (Construction Information Management) の取り組みが加速しており、UAV (Unmanned Aerial Vehicle) や地上レーザースキャナ等を用いた 3 次元測量、構造物同士の干渉チェック、景観検討や関係者協議のための 3

次元設計等が行われている。i-Construction では、各事業分野で個別に取り組んできたこれらの取り組みを組み合わせて 3 次元データを事業間で積極的に流通させ、各業務で横断的に活用していくことを目指す。

現状の測量・設計段階と施工段階では、3 次元データを取り扱うシステムが異なりデータの互換性がないことから、横断的な活用は容易ではない。測量・設計段階で作成した 3 次元データを施工段階で利用するためには、建設生産プロセス全体での利用を念頭に置いた標準的なデータ形式を定める必要がある。そこで、本研究では、国内外で多数の CAD やソフトウェアに対応した 3 次元の標準モデルである LandXML³⁾を基に、特定のシステムに依存しない標準的な 3 次元のデータモデルである「LandXML に準じた 3 次元設計データ交換標準」⁴⁾を作成するとともに、i-Construction における具体的な運用方法を検討した。

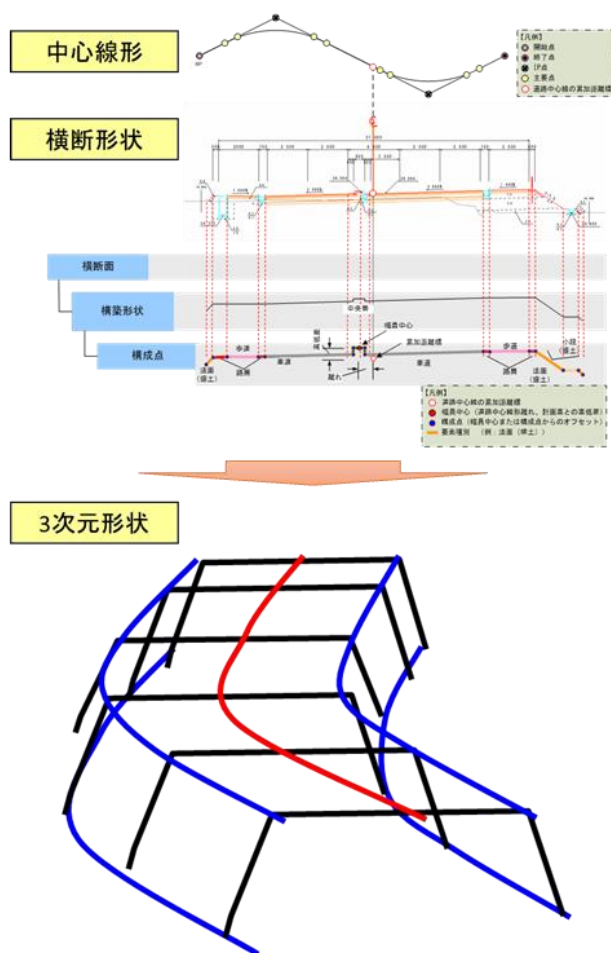


図-1 中心線形と横断形状を組み合わせた
3次元設計データのイメージ

2. 3次元設計データ交換標準の基本的な考え方

LandXML に準じた 3 次元設計データ交換標準は、新設または改築される道路および河川堤防の予備設計から詳細設計を対象とした 3 次元のデータモデルであり、図-1 に示す様に中心線形に沿って横断面をスワイプさせることで 3 次元形状を表現する。本データモデルを構成する各要素を以下に示す。

(1) 中心線形

中心線形は、「道路中心線形データ交換標準（案）基本道路中心線形編 Ver.1.1」⁹⁾で定義されたデータモデルを、LandXML の仕様にあわせて平面線形と縦断線形を組み合わせて表現する。道路では道路中心線、河川堤防では堤防法線を中心線形のモデルに準用する。

a) 平面線形

平面線形は、幾何要素（直線、クロソイド、円弧）の並びで表現し、隣り合う幾何要素の終了点と開始点を結合するものとする。なお、主要点（幾何要素ごとの接続点）は、幾何要素の開始点および終了点で定義される。主要点の累加距離は、開始点から主要点までの幾何要素

の線長から算出する。

b) 縦断線形

縦断線形は、平面線形の開始点からの相対的な位置を表す累加距離標と標高や計画堤防高のデータによって平面線形との関係性を保持する。なお、縦断図は平面線形に沿って展開された道路縦断面や堤防縦断面と定義されることから、縦断線形の累加距離標は平面線形と同一となる。

(2) 横断面

横断面は、中心線形から外側に向かって連続して記述した構成点の並びにより表現する。構成点は、中心線形からの水平離れと鉛直方向離れ、または中心線形からの水平離れと標高で位置を表現する。構成点には、構成要素の種別を属性情報として追加することで、横断面の形状だけでなく、車道や法面等の設計意図を表現する。

(3) 地形情報

地形情報は、地形の変化点毎に、中心線形の左側から右側に向かって連続した構成点の並びにより表現する。地形情報の構成点は、中心線形からの水平離れと標高で位置を表現する。地形情報は、同位置の横断面と重ね合わせて、設計形状との交点を算出する。

3. LandXML に準じた 3 次元設計データ交換標準の運用方法

本研究では、i-Construction に係る業務において LandXML に準じた 3 次元設計データ交換標準の具体的な運用方法を検討した。3 次元設計データを作成範囲、作成方法、照査方法を以下に示す。

(1) 3次元設計データの作成範囲

3 次元設計データは、利用目的に応じて適切な範囲で作成する必要がある。本研究では、i-Construction に係る土工における施工段階での利用を想定した上で、道路分野と河川分野で対象とする作成範囲、および道路分野と河川分野で共通する地形情報の作成範囲を定義した。道路分野、河川分野の土工に必要な作成範囲を以下に示す。

a) 道路分野

道路分野では、中心線形として道路中心線形、横断面として車道、中央帯および歩道を示す完成形状と、路床、路体および法面を示す土工面が必要である。

b) 河川分野

河川分野では、中心線形として計画堤防高、横断面として堤防天端、法面、小段等の完成形状が必要である。

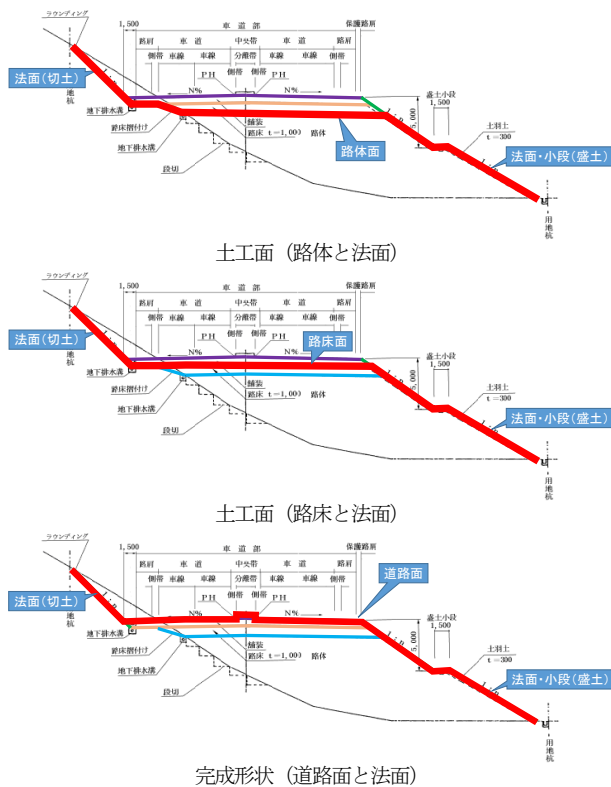


図-2 道路分野で情報化施工に必要な断面

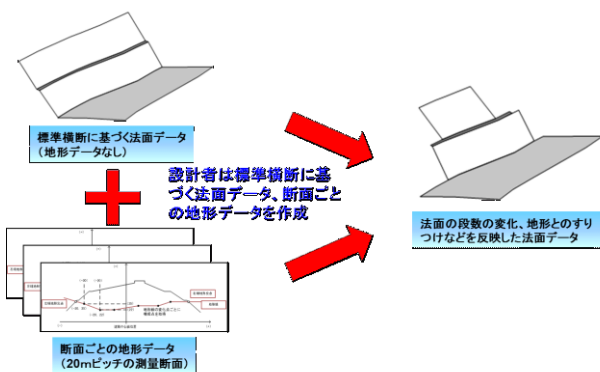


図-3 法面・地形のデータ作成

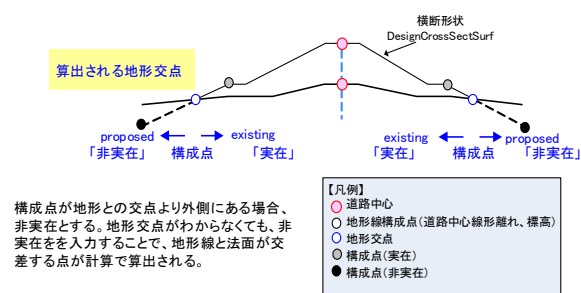


図-4 地形とのすり付けイメージ

また、設計段階で余盛した横断面を設計する場合は、余盛形状も作成する。

c) 地形情報

道路分野、河川分野では、共通して縦断線の地盤線および各横断面の地盤線が必要である。

(2) 3次元設計データの作成方法

3次元データの設計は、従来の2次元の設計のように体系化された手法やガイドラインが存在しない。そこで、本研究では、道路設計用CAD(2次元CADソフトウェア、3次元CADソフトウェア)や線形計算ソフトがLandXMLに準じた3次元設計データ交換標準に対応済であると仮定した上で、3次元設計データを作成、出力にあたって留意すべき点や手順を整理した。

3次元設計データ交換標準に対応したソフトウェアを用いて中心線形、横断面、地形情報を作成する方法を以下に示す。

a) 中心線形

- 通常の測点による表現を可能にするため測点間隔を記載する。また、必要に応じてブレーキを記載する。
- 中心線形の幾何要素は、線形の開始点から終了点に向かって順に連続して記載する。
- 主要点(線形の変化点)の名称は、道路計算で通常用いられるわかりやすい名称を用いるものとする。
- 線形計算手法として、要素法とIP法のどちらを用いて設計したかを記載する。

b) 横断面

- 情報化施工に必要な断面として、図-2に示すような完成形状(道路面と法面)と土工面(路床や路体と法面)を作成する。
- 横断面は、管理断面(20メートル間隔の測点位置)、線形の変化点、道路の幅員や横断勾配の変化点、法面形状(盛土と切土の境界、構造物との接合部)の変化点で作成するものとする。
- 舗装面を作成する場合は、舗装構成層ごとにそれぞれ断面を作成する。
- 法面の断面変化は切土と盛土の境界のみとする。なお、法面および小段については各区間で想定される最大の段数で横断形状を構築しても良いものとする。図-3に示すような地形とのすり付けによって段が増減する場合でも断面変化点での断面作成は不要である。施工者は、起工測量によって正確な地形情報が取得して地形と法面をすり付けて法面の3次元データを完成させる。

- 地形とのすり付けは、施工段階で図-4に示すように地形交点の位置を確定させて最終的なデータに修正するものとする。

c) 地形情報

- 地形情報は、道路分野の完成形状や土工面、河川分野の計画形状や余盛形状とは別に入力する。
- 地形情報は、路線測量で横断地形を測量した地点

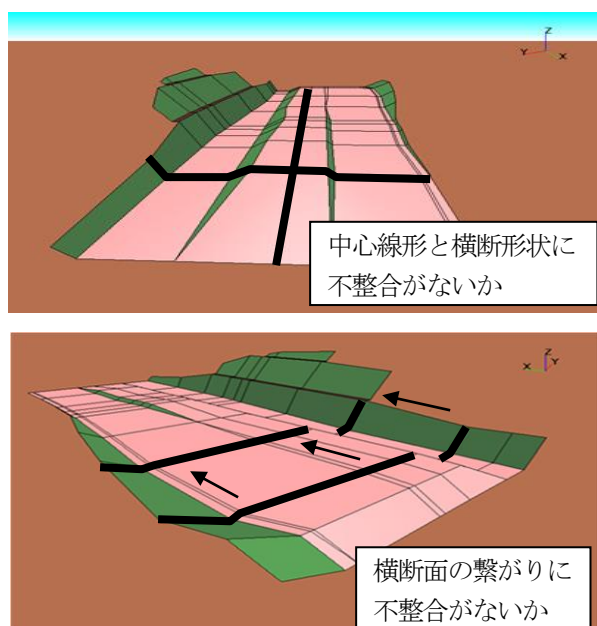


図-5 3次元ビューアによる外観チェックのイメージ

表-1 2次元の設計図書や線形計算書等を用いた方法

対象	方法
平面線形	線形の起終点、変化点（線形主要点）の平面座標と曲線要素の種別、数値について平面図及び線形計算書と対比
縦断線形	線形の起終点及び、変化点の標高と曲線要素について縦断図と対比
横断形状	道路の完成形状と土工面（路床や路体）、堤防計画形状の構成点について、設計図書に含まれる全ての横断図と対比。確認方法は、ソフトウェア画面と対比し、設計図書の管理項目（例えば、道路幅員、基準高）と同じであることを確認する。

の地形を入力する。そのため、すべての横断形状に地形線を入力する必要はない。

(3) 3次元設計データの照査方法

本研究では、3次元設計データの確認方法として、以下の2つの照査方法を提案する。

- 3次元設計データを3次元ビューアで表示し外観を目視確認
- 2次元の設計図書や線形計算書と照合して確認

前者は、作成した3次元モデルが全体として正しく出来ているかを確認するためのものである。この確認方法では、図-5に示すように全体が照査可能となるよう、ビューポイントを変えながら3次元設計データを3次元ビューアで表示し、パソコン画面上で目視確認する。そ

の際には、中心線形と横断形状の関係について、ねじれや離れなどの不整合箇所がないか、横断面の構成点（F0, L1, L2 など）の前後のつながりに不整合箇所がないかを確認できるよう、チェックは複数の視点から行うものとする。

後者は、3次元モデルを構成する要素の寸法や基準高等の細部を確認するためのものである。この確認方法では、3次元設計データの中心線形や横断面と設計図書（平面図、縦断図、横断図等）や線形計算書の数値とを照合して確認する。確認方法は、表-1に示すように3次元設計データと設計図書や線形計算書との数値等を対比して確認する。設計図書の管理項目の箇所と寸法にチェックを記入する方法や、3次元設計データから2次元図面を作成し、設計図書と重ねあわせて確認する方法等を用いて実施する。

4. おわりに

本研究では、「ICTの全面的な活用（ICT土工）」等の施策を建設現場に導入する取組であるi-Constructionの一環としてLandXMLに準じた3次元設計データ交換標準のデータモデルを作成し、i-Constructionのための運用方法を検討した。3次元設計データの流通によって期待される効果としては、情報化施工への利用だけでなく、設計段階における数量算出の自動化や、維持管理段階における点検業務への利活用による変状の検知などがある。現在は、LandXMLに準じた3次元設計データ交換標準の公表に伴い、3次元設計データを作成し、情報化施工で利用するためのソフトウェアの開発が積極的に進められている。今後は、3次元設計データを用いた設計手法の体系化や、チェックシステムの開発によるデータ信頼性の確保について検討を進める予定である。

参考文献

- 1) 国土交通省：i-Constructionの取り組み、
<<http://www.mlit.go.jp/common/00111976.pdf>>,（入手2016.6）。
- 2) i-Construction委員会：i-Construction～建設現場の生産性革命～、
<<http://www.mlit.go.jp/common/001127288.pdf>>,（入手2016.6）。
- 3) LandXML.org：LandXML-1.2 Schema,
<<http://www.landxml.org/>>,（入手2016.6）。
- 4) 国土交通省：LandXML1.2に準じた3次元設計データ交換標準（案）Ver.1.0,
<http://www.nilim.go.jp/lab/qbg/bunya/cals/information/files/h28_based_LandXML1.2.v1.0.pdf>, 国土技術政策総合研究所, 2016。
- 5) 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 Ver.1.1,
<<http://www.nilim.go.jp/lab/qbg/bunya/cals/pdf/roadcenter1.1.pdf>>,（入手2016.6）。