

(34) i-Construction 等の成果の 3 次元データを用いた道路地図の調製・更新の適用可能性

山田 実典¹・今井 龍一²・谷口 寿俊³

¹学生会員 東京都市大学大学院 工学研究科 都市工学専攻 (〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1)

E-mail:g1781712@tcu.ac.jp

²正会員 東京都市大学准教授 工学部 都市工学科 (〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1)

E-mail:imair@tcu.ac.jp

³正会員 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)

E-mail:taniguchi@aim.aoyama.ac.jp

デジタル道路地図や大縮尺道路地図（道路基盤地図情報）は、道路工事完成図を用いて調製・更新されている。i-Construction 等の施策の推進により、道路工事完成図等の従来の 2 次元データに加えて、道路の形状や特徴を詳細に表現した 3 次元データの流通が期待できる。このため、3 次元データを再利用するための技術開発の重要性が高まっている。3 次元データには、道路地物の形状、要素や属性を保持している可能性が高いことから、道路基盤地図情報およびデジタル道路地図等の道路地図の調製・更新への活用が期待されるが、その適用可能性は明らかにされていない。

本研究では、情報化施工、CIM および i-Construction 等の取り組みで流通が期待される 3 次元データを用いて道路地図を調製・更新する手法を考案し、ケーススタディを実施した。

Key Words: i-Construction, 3D-data, road map, element-attribute

1. はじめに

我が国の多くの公共事業では、CALS/EC の推進により、設計・工事等の各段階における最終成果の電子納品が浸透し、電子成果品を再利用する環境が整備されている。具体例として、道路工事完成図は道路管理の各業務で共用性の高い道路地図の調製・更新に利用されている。また、自動処理による調製手法として、SXF 形式の CAD データと JPGIS 準拠の地図データとの相互変換技術¹⁾、CAD データを地図へ即時反映する CAD-GIS 連携システム²⁾を用いた地図データの更新手法が確立されている。昨今では、情報化施工や CIM (Construction Information Modeling)、i-Construction の施策により、3 次元データの流通や再利用を図る技術基準等の整備が加速的に推進されている³⁾。このため、工事完成図等の 2 次元データに加えて、3 次元データを含む電子成果品の流通が期待できるとともに、3 次元データを再利用するための方策や技術開発の需要が高まっている。

i-Construction 等の推進により生成・流通する 3 次元データは、道路地物の形状、要素や属性を保持している可能性が高いため、共用性の高い道路基盤地図情報および

デジタル道路地図等（以下、「道路地図」という。）の調製・更新への活用が期待されるが（図-1 参照）、現時点では適用可能性までは明らかにされていない。

そこで、本研究の目的を i-Construction 等の推進により生成・流通する 3 次元データを用いて道路地図の調製・更新する手法を考案し、その適用可能性を検証することとした。本稿では、まず、3 次元データと道路地図との親和性を確認するために照合分析を実施する。次に、照合分析結果を基に 3 次元データから道路地図を調製・更新する手法を考案する。最後に、i-Construction 等の施策により流通するサンプルデータを用いて考案手法の有用性を検証する。

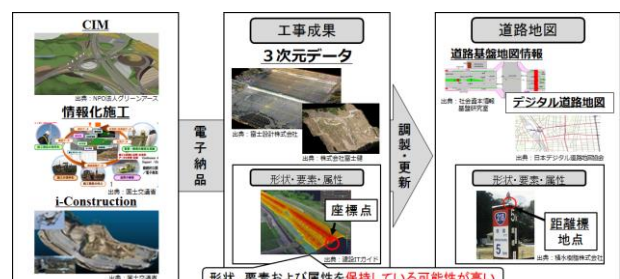


図-1 3次元データと道路地図との関係

2. 3次元データと道路地図との親和性の確認

本稿では、3次元データと道路地図とのデータ構造における親和性の確認を目的として、両者の仕様書から形状、要素および属性を抽出し、道路構造の表現方法を比較しながら照合分析を実施した。

本分析では、3次元データとして、i-Construction等で生成・流通する3種類の3次元データを対象とした⁴⁹⁾。道路地図は、道路管理者で共用性の高い道路基盤地図情報およびデジタル道路地図を対象とした⁷⁹⁾。

(1) 道路基盤地図情報の照合分析結果

3次元データおよび道路地図の照合分析結果を表-1に示す。表-1より、3次元データが保持する道路中心線および横断面等の要素・属性は、道路の位置や3次元幾何形状を表現する要素・属性で構成されている。このことから、道路地図の地物の幾何形状を表現する要素・属性と親和性が高いと考えられる。

本研究では、道路基盤地図情報の「道路中心線」、「測点」および「車道部・島・歩道部」の5項目を調製・更新の対象とすることとした。一方、道路基盤地図情報の「設置期間」および「範囲」等の工事管理情報に該当する要素・属性は、位置情報である経緯度および標高の属性値で構成される3次元データとの親和性が低いことから、今回は調製・更新の対象外とした。

(2) デジタル道路地図の照合分析結果

「基本道路・全道路リンク」は、表-1に示すように、「ポリライン・道路幅員区分コード・リンク長」から構成される。ポリラインは、中心線形の幾何形状、リンク長は、測点の合計数および道路幅員区分コードは、左右の車道部の幅員から算出できることから、3次元データとの親和性は高いと考えられる。一方、デジタル道路地図の「交通量」および「旅行速度」等の全国道路・街路交通情勢調査を基に取得している要素・属性は、3次元データとの親和性が低いと考えられる。そのため、本研究では、デジタル道路地図の「基本道路・全道路リンク」の中でも親和性が高いと考えられる3項目の要素・属性を調製・更新の対象とすることとした。

3. 道路地図を構成する要素・属性の調製・更新手法の検討

本稿では、前章の照合分析結果を基に、道路基盤地図情報およびデジタル道路地図の形状・要素および属性を対象とし、自動化を念頭において調製・更新する手法を考案した。

(1) 道路基盤地図情報の調製・更新手法

本稿では、前章の照合分析結果を基に、道路基盤地図情報の5項目の調製・更新手法を考案した。

「道路中心線」は、図-2に示すように、幾何形状を主要点の並びで表現し、主要点間を幾何要素が保持する直線、円曲線およびクロソイドで結合して調製する。主要点とその並びは、平面線形が保持する主要点リストから調製する。主要点の間は、3次元データの道路中心線形の幾何要素が保持する開始主要点、終了主要点および線タイプを用いて結合する。「測点」は、平面線形が個々の測点に関する情報を保持していないことから、図-3に示すように、開始主要点、終了主要点および測点間隔から調製する。各測点の測点番号は、開始点の累加距離標を起点として、主測点間隔および副測点間隔ごとに追加距離を用いて算出する。各測点の地点は、各測点の累加距離を基に、幾何要素が持つ線形要素および主要

表-1 3次元データおよび道路地図の照合分析結果

仕様	3次元データ 要素・属性	道路地図 形状・要素・属性	仕様
3次元設計データ 交換標準	線形(中心線形)-幾何要素	→ 道路中心線	場所
	線形(中心線形)-幾何要素、主測点間隔、副測点間隔、累加距離標、縦断勾配変移点	→ 測点	地点・測点番号 追加距離・高さ 横断勾配(左、右)
	横断面-横断形状-構成点	→ 車道部・島・歩道部	範囲
	横断面-横断形状-構成点、構成点コード	→ 道路中心線	場所
施工管理データ 交換標準	道路中心線-平面線形-幾何要素	→ 道路中心線	場所
	道路中心線-平面線形-幾何要素、開始点累加距離	→ 測点	地点・測点番号 追加距離・高さ 横断勾配(左、右)
	道路中心線-測点間隔-主測点間隔、副測点間隔	→ 測点	地点・測点番号 追加距離・高さ 横断勾配(左、右)
	道路中心線-縦断勾配変移点-累加距離標、変移点高	→ 測点	地点・測点番号 追加距離・高さ 横断勾配(左、右)
3次元設計データ 交換標準	横断面-横断形状-構成点、構成要素の種類	→ 道路中心線	場所
	道路中心線-平面線形-幾何要素	→ 道路中心線	場所
	道路中心線-測点間隔-主測点間隔、副測点間隔	→ 測点	地点・測点番号 追加距離・高さ 横断勾配(左、右)
	道路中心線-縦断勾配変移点-累加距離標、変移点高	→ 測点	地点・測点番号 追加距離・高さ 横断勾配(左、右)
3次元設計データ 交換標準	線形(中心線形)-幾何要素	→ 基本道路・全道路リンク	ポリライン
	横断面-横断形状-名称	→ 基本道路・全道路リンク	道路幅員区分コード
	横断面-構成点-構成点コード	→ 基本道路・全道路リンク	リンク長
	横断面-構成点-構成点コード	→ 基本道路・全道路リンク	デジタル道路地図
施工管理データ 道路中心線形データ	道路中心線-平面線形-幾何要素	→ リンク	ポリライン

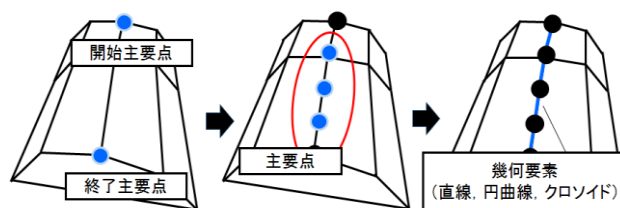


図-2 道路中心線の調製・更新手法

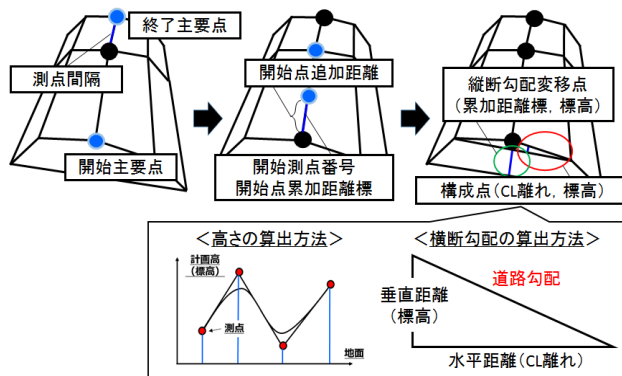


図-3 測点の調製・更新手法

点から算出する。また、各測点の高さは、縦断線形の主要点である縦断勾配変移点の累加距離標および標高から算出する。各測点の横断勾配は、構成要素種別が車道部（Carriageway）である構成点を抽出する。抽出した構成点に対して、左側および右側に分類し、それぞれに対して構成点ごとの CL 離れおよび標高を取得する。その結果より、左右の道路勾配を算出する。最後に、「車道部」、「島」および「歩道部」は、図-4 に示すように、まず、道路中心線の調製・更新手法を用いて調製を実施する。次に、3 次元データの要素である横断形状の構成点の位置を特定し構成点を左側および右側に分類する。さらに、横断形状の名称が取得対象物（「車道部」は「Carriageway」、「島」は「CenterStrip」および「歩道部」は「SideWalk」）である構成点を抽出し、それらを結合することで、左右の車道部の構成点の線を試作する。最後に、各線同士を結合し、面として抽出することで「車道部」、「島」および「歩道部」を算出する。

(2) デジタル道路地図の調製・更新手法

「基本道路・全道路リンク」は、多くの要素・属性で構成されているが、形状を表現できる要素・属性として、「ポリライン」、「道路幅員区分コード」および「リンク長」がある。本稿では、前章の照合分析結果を基に、デジタル道路地図の「基本道路・全道路リンク」を構成する項目の調製・更新手法を考案した。

「ポリライン」は、図-5 に示すように、中心線形上の測点および中間点をノードとし、各測点の位置を、開始点の累加距離標および測点間隔から特定する。そして、特定したノードを結合させることでリンクを試作する。

「リンク長」は、図-5 に示すように、測点間隔が 20m である測点の合計数から合計値を算出する。「道路幅員区分コード」は、図-6 に示すように、横断形状の構成要素種別が車道部（Carriageway）の構成点かつ構成点コードから判別した車道両端の構成点を抽出する。その後、横断面ごとに構成点同士の水平距離を算出する。横断面との水平距離より、最も大きい値を道路幅員として設定し、長さに応じて、「道路幅員区分コード」を設定する。

4. 考案手法の有用性の検証

本研究では、3 次元データのサンプルデータを試作し、親和性が高いと分析した要素・属性を道路基盤地図情報およびデジタル道路地図の調製・更新対象項目に変換することで、調製・更新への適用可能性および考案手法の有用性を確認する。本研究で対象とした 3 種類の 3 次元データは、親和性の高い要素・属性が重複していることから、本研究では、他の 2 種類の特徴を包括する

「LandXML1.2 に準じた 3 次元設計データ交換標準」に着目し、その仕様に準拠したサンプルデータ（XML）を試作した。検証では、サンプルデータから考案手法を用いて調製・更新対象項目である地物の図形情報および属性情報を保持した shape ファイルを試作する。

(1) 道路基盤地図情報の検証結果

道路基盤地図情報から考案手法を用いて各地物を示す線、点および面の shape ファイルを試作した結果、図-7 および表-2 に示すように、道路中心線、測点、車道部および歩道部の位置関係を正確に表現できた。道路中心線は、曲線およびクロソイドを一定間隔で分割を実施し、直線、曲線およびクロソイドで折線を構成し、試作した。測点は、線形（中心線形）の要素・属性を用いて道路中心線上の位置を特定し、試作した。最後に、属性情報として道路基盤地物および道路地物の属性を付与し、構成点同士を結合することで車道部および歩道部の面を試作した。今回は「島」は試作しなかったので検証ができていないが、車道部や歩道部と同様の手順にて調製ができると考えられる。以上より、道路基盤地図情報の調製・更新への 3 次元データの適用可能性および考案手法の有用性を確認できたと結論付けた。一方、「データ有効期間」および「設置期間」は、必須項目であることから、

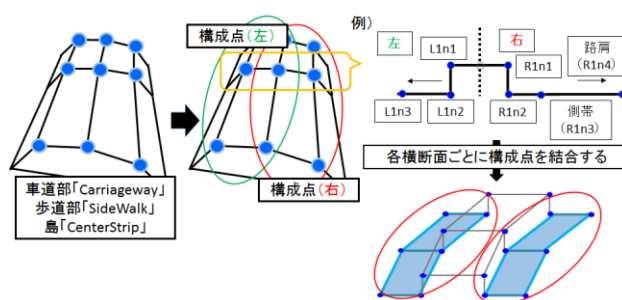


図-4 車道部、島および歩道部の調製・更新手法

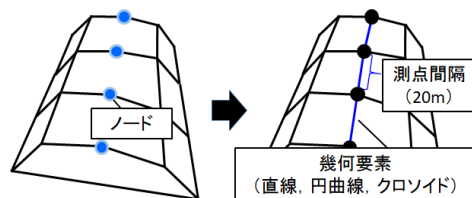


図-5 ポリラインおよびリンク長の調製・更新手法

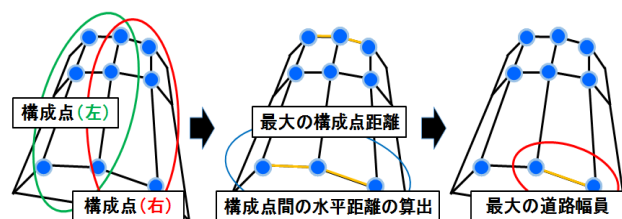


図-6 道路幅員区分コードの調製・更新手法

道路基盤地図情報の調製・更新にあたって当該項目に3次元データのデータ作成日を入力する等の工夫が必要であることがわかった。

(2) デジタル道路地図の検証結果

デジタル道路地図から考案手法を用いて shape ファイルを試作した結果、図-8 および表-3 に示すように、基本道路・全道路リンクデータを表現できた。また、構成点の位置より最大構成点を特定し、車道部の幅員を算出できたことから道路幅員区分コードの特定が可能であることを確認できた。リンク長は、基本道路リンクデータの shape ファイルを試作できたことから、測点間隔と組み合わせることで、自動変換が可能であると考えられる。以上より、デジタル道路地図の調製・更新への3次元データの適用可能性および考案手法の有用性を確認できたと結論付けた。一方、基本道路リンクの「車線数」および「規制速度」等の属性は、ノード位置の修正が必要で

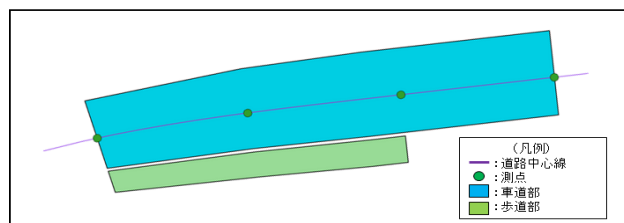


図-7 道路基盤地図情報の有用性の検証結果

表-2 道路基盤地図情報の検証結果

要素	属性	試作可否
道路中心線	場所	可
測点	地点	可
	測点番号	可
	追加距離	可
	高さ	可
	横断勾配(右)	可
	横断勾配(左)	可
車道部	範囲	可
歩道部	範囲	可
島	範囲	(未検証)

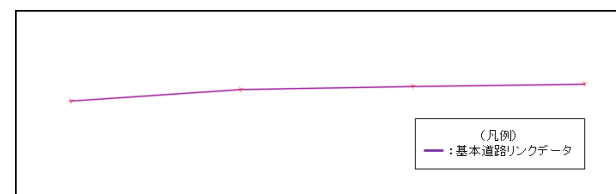


図-8 デジタル道路地図の有用性の検証結果

表-3 デジタル道路地図の検証結果

要素	属性	試作可否
基本道路リンク	ポリライン	可
全道路リンク共通	道路幅員区分コード	可
	リンク長	可

あることから手動変換の必要性があると考えられる。そのため、画像データ等を用いて確認する等の工夫が必要と考えられる。

5. おわりに

本研究では、i-Construction等の基準で生成・流通する3次元データを用いた道路基盤地図情報およびデジタル道路地図の調製・更新の適用可能性を検証した。この結果、道路地図の調製・更新の更なる効率化が実現する示唆が得られた。

今後の課題として、まず、道路地図を調製・更新手法の自動化を目的とした調製・更新技術を向上させるための手法を確立する必要がある。次に、本研究で調製・更新できない地物に対して画像データおよび点群データを用いた調製・更新手法を考案し、より良い道路地図を調製・更新するための有用性を検証する必要がある。

謝辞：本研究は、一般財団法人日本デジタル道路地図協会の研究助成を受けて遂行した。アジア航測株式会社の松井晋氏、石井邦宙氏には、照合分析に関する貴重なご意見、また、関西大学大学院の櫻井淳氏には、道路地図の調製・更新手法の整理等に関する貴重な意見を賜った。ここに記して感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 今井龍一、佐々木洋一、重高浩一：道路分野における SXF データと JPGIS 準拠の GIS データとの相互変換技術の開発、土木情報利用技術講演集, vol.36, pp.81-84, 2011.
- 2) 川岸元彦、大井忠、岡嶋国明、秩父基浩：CAD-GIS 連携システムの開発－工事完成図を用いた地図更新－、土木情報利用技術講演集, vol.33, pp.33-36, 2008.
- 3) 国土交通省：i-Construction ～建設現場の生産性革命～、<<http://www.mlit.go.jp/common/001127288.pdf>>, (入手 2017.6) .
- 4) 国土交通省国土技術政策総合研究所：LandXML1.2 に準じた 3 次元設計データ交換標準（案）Ver.1.0, 2016.3.
- 5) 国土交通省国土技術政策総合研究所：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, 2013.1.
- 6) 国土交通省国土技術政策総合研究所：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, 2013.1.
- 7) 国土交通省：道路基盤地図情報製品仕様書（案）, 2008.8.
- 8) 一般財団法人日本デジタル道路地図協会：全国デジタル道路地図データベース標準, 2016.2.