

(47) 属性を付与した道路点群データの 建設ライフサイクルでの利用

藤田 陽一¹・緒方 正剛²・Wongsakorn Chanseawrassamee³・小林 一郎⁴

¹学生会員 熊本大学大学院博士後期課程 自然科学研究科 〒860-0862 熊本県熊本市中央区黒髪2丁目39-1)
E-mail:128d9406@st.kumamoto-u.ac.jp

²正会員 博(工) (一財)先端建設技術センター 技術調査部 参事(〒112-0012 文京区大塚2丁目15番6号)
E-mail: ogata@actec.or.jp

³学生会員 熊本大学大学院博士前期課程 自然科学研究科(〒860-8555 熊本市黒髪2丁目39番1号)
E-mail:147d8821@st.kumamoto-u.ac.jp

⁴正会員 工博 熊本大学大学院教授 自然科学研究科 (〒860-0862 熊本県熊本市中央区黒髪2丁目39-1)
E-mail: ponts@gpo.kumamoto-u.ac.jp

3次元点群データの利用に関する研究は、各分野で活発に行われている。また、国交省は近年CIMを実施し、調査計画・設計・施工・維持管理の各段階で3次元モデルを一元的に共有、活用、発展させることで建設生産プロセスの改善を図っている。筆者らはこれまでに、点群データの属性を分析し、編集することで、点群データの使用性向上を試みてきた。本研究では、点群データへの属性付与の意義を述べ、属性付与した点群データの利用法を提案した。事例として、建設ライフサイクルの設計、施工、維持管理の各段階に属性付与点群を適用し、点群データ利用可能であることを示した。

Key Words : Road Point Cloud Data, Attribute Assign, Construction Life Cycle

1. はじめに

GPSや3次元レーザスキャナの発達に伴い、固定式レーザ測量やMMS (Mobile Mapping System : 以下、MMS) が開発され、実際のデータ取得に用いられている。ただしその多くが、点データをそのまま利用するもの（たとえば、維持管理情報の取得）や2次元図面への変換が主流である。一方、国土交通省は近年、CIM (Construction Information Modeling/Management) を実施している。CIMは、調査計画・設計・施工・維持管理の各段階で3次元モデルを一元的に共有、活用、発展させることで建設生産プロセスの改善を図る試みである。これにより設計段階で3次元データの利用は飛躍的に進むものと期待されている。

筆者らのグループはこれまでに点群データに関し、位置情報による道路と周辺の構造物の属性判別¹⁾²⁾や、色情報を用いた構造物の位置把握³⁾をおこなった。また、点群データを用いた概略設計⁴⁾、撤去計画への適用⁵⁾を提案し、点群データの利用法を示してきた。

本論文では、点群データへ属性を与え、設計、施工、維持管理段階での利用案を示す。2章で点群データへの

属性付与について述べ、3章で利用法を示す。4章では、属性付与点群の適用事例を示し、考察を加えた。

2. 点群データへの属性付与

(1) 点群データの課題

3次元計測機器を用いることで、現況の3次元点群データを容易に取得可能となり、様々な分野で利用されている。しかし、データ量が膨大であり加工に労力がかかる事や、点データに属性がなく樹木のみを自動で取り出すといった作業が困難である事など、課題も少なくない。このような課題が、点群データを高度に利活用する際の障害となっている。また、現在、点群データは現況の可視化の道具として利用されており、可視化に留まらず、点群データ自体を有効活用すべきであると考えられる。

(2) 属性付与の意義

前節で述べた課題に対して、先行研究として筆者らは、点群データ編集に関する様々な提案をしてきた。位置情報 (x,y,z) に着目した形状分割¹⁾²⁾、色彩情報に着目し

た人工物特定³⁾、任意の位置指定によるデータ編集法⁹⁾などを示し、点群データの使用性向上を図ってきた。

本論文では、点群データへ属性付与することで、点群データ利活用の幅拡大を試みる。点群データへ属性を与える事で、様々な利用法が可能となる。たとえば、建替え箇所には不要箇所の属性を与え、点群データ中から除去し新設構造物を追加することで協議・検討が行える。また、道路周辺の地物を構造物毎に分類することで、移設や撤去の計画への利用も可能となる。属性付与した点群データに情報（損傷度、体積など）やデータ（写真・ドキュメント）を付加しておくことで既存構造物の管理としても利用できる。このような利用法が可能となることで、設計、施工、維持管理の各段階での点群データ利用に繋がると考える。また現在、道路の維持管理情報取得にMMSが利用され始めている。ここで取得した点群データを、次の調査計画、設計、施工においても利活用すべきだと考える。

(3) 分割点群データへの属性付与

本論文では、図-1のように、分割条件により点群データへの属性付与を3分類した。

a) 実体属性付与

ここでは、点群データで取得された構造物や樹木など、特定の物体へ属性を与えることを、実体属性付与と呼ぶこととする。具体的には、道路、信号、街灯などへの属性付与である。

b) 人為的属性付与

実体とは無関係に、ある点群に分割し、属性を与えることを、人為的属性付与と呼ぶこととする。たとえば、構造物の一部分、計測データ中の不要な箇所への属性付与である。また、計測時に異なるファイルに出力される場合も、人為的属性に当たる。

c) 情報属性付与

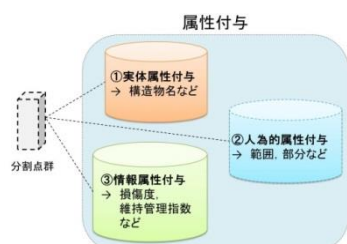


図-1 分割点群への属性付与

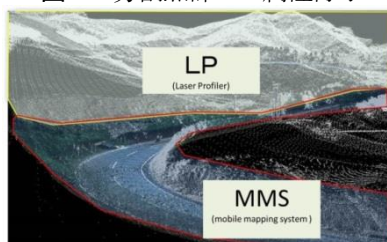


図-3 複数の点群データ併用

点群データに計測された箇所、構造物などを、情報によって分割し属性を与えることを、情報属性付与と呼ぶこととする。構造物の損傷度、維持管理指数などによる分割が、情報属性付与である。

3. モデル空間上の点群データ利用法

点群データ自体、現況の高い再現性を有しているが、建設ライフサイクルの様々な場面での利用を想定すると、再現性だけでは利活用に繋がらない。必要に応じて適宜点群データへ属性を与え、モデル空間を構築する事で、協議・検討に利用可能となる。

(1) 属性付与データの利用法

点群データを目的に応じ分割することで、分割した部分のみの利用が可能となる。これにより、モデル空間上で、分割した箇所をCADで作成したオブジェクトと同様に扱うことができる。たとえば、移動、表示・非表示といった操作が可能となる。また、図-2に点群データ中の構造物へ属性を与えた例を示す。図-2では街灯という属性を付与し、付随する情報（損傷度、画像など）を表示している。属性付与した点群データを用いる事で協議での利用、構造物の管理に利用可能となる。

(2) 複数の点群データ併用

協議・検討の種類により必要となるモデル空間の領域が異なる。モデル空間構築に利用可能な点群データとして、広域の場合はLP (Laser Profiler)、道路沿線ではMMS、任意地点周辺では固定式レーザがある。これらを併用することで、モデル空間の領域、精度を必要に応じた形で構築できる。図-3にLPとMMSを併用した例を示す。図-3では測地系を統一し、2つの点群データを

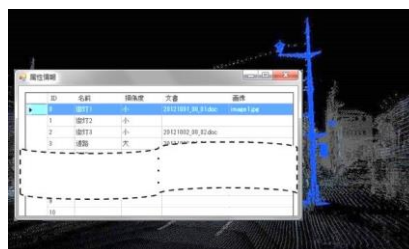


図-2 構造物への属性付与



図-4 点群データと他データとの併用

同位置に配置している。広域をLPで再現し、立面の精度が高いMMSで道路沿線を再現することで、広域を含めた道路沿線の設計計画が可能となる。また、対象地が十分に計測されていない場合や精度が低い場合、固定式レーザなどで再計測し、必要な箇所のみ抽出し、追加することも可能である。

(3) 点群データと他データの併用

点群データでは、新設構造物や地下埋設物など、計測不可な箇所が存在する。その場合、点群データにCADデータや、図面、写真など他のデータを併用し、モデル空間を構築することで、設計段階、施工段階での利用が可能となる。図-4に、点群データ中にCADで作成した地下埋設物や重機を追加した例を示す。現況を再現した点群データに計測不可構造物や新設構造物、重機を配置することで、現況に則した協議・検討が可能となる。たとえば、施工過程を可視化することで、ヤード選定、重機の搬入、配置位置、可動範囲といった確認がモデル空間上で可能となる。

4. 建設ライフサイクルでの点群データ利用案

適用事例として、設計、施工、維持管理の各段階での属性付与した点群データの利用案を示す。

(1) 設計段階での利用

a) 事業概要

新水前寺交通結節点改良事業は、九州新幹線全線開通（平成23年3月）までに、計画されている全構造物の完成を目指したものである。対象地は、都市部の幹線道路の中央に路面電車が並走しており、さらに鉄道も横断している。また、市街地や空港等、主要地へ向かうバスの停留所も隣接している。同時期に複数の構造物が、新設または移設、撤去されるため、設計対象物だけでなく、施工工程やヤードなど経時変化物と周辺関係物との関係性を、複数の関係者間で共有する必要があった。

b) 施工検討

現況を再現している点群データへ属性を与え、設計対象物、および事業で使用する重機や機材を作成し、モデル空間を構築した。各施工の工程表はそれぞれ個別に発注され作成されている。また、都市部であるため施工ヤードが限られており、同時期に複数の施工を行うため施工全体の調整が必要とされた。図-5は、点群データに計測されている旧高架橋を除去し、新設の歩道橋を工程表に従い、事業全体の施工状況を再現、可視化した図である。このモデル空間を用いることで、施工全体の重機や機材の配置位置の確認・調整をした。施工工程を再

現することで、重機と架線との干渉や、地下埋設物と新設歩道橋との干渉発見に繋がった。

(2) 施工段階での利用

a) 事業概要

対象事業は、熊本県熊本市新水前寺駅地区交通結節点改善事業における旧歩道橋撤去計画である。対象地周辺には、民家や街灯などの構造物が多数存在している。また、路面電車の軌道や架線に近接することや、交通量が多い道路を横断する必要がある工事である。そのため、現場の特徴から今回の撤去計画では夜間工事が予定されていた。

b) 工程検討

点群データへ属性付与し、モデル空間を構築した図を示す（図-6）。図-6ではMMSで計測した道路データに、固定式で計測した旧歩道橋、街灯のデータ、周辺の建物のデータを順次追加している。其々、異なる属性としており、CADオブジェクトと同様に操作可能であった。

図-7は、撤去計画に従い旧歩道橋を7つの箇所に分割し、工程表をもとに時間軸上で施工状況を再現したものである。図中に黄色で示す箇所が交通規制の範囲である。

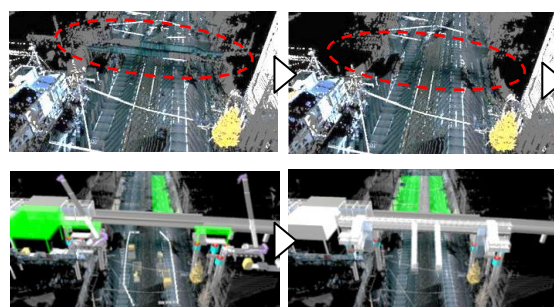


図-5 点群データを用いた施工再現

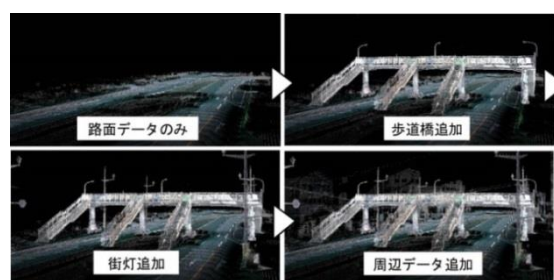


図-6 属性付与点群によるモデル空間構築

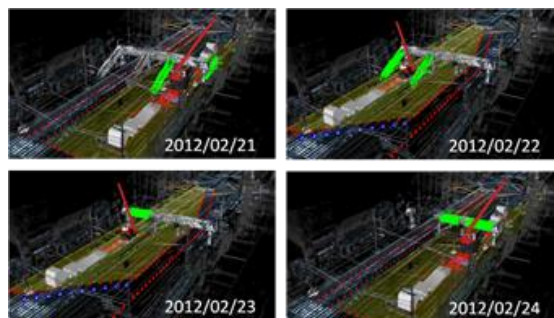
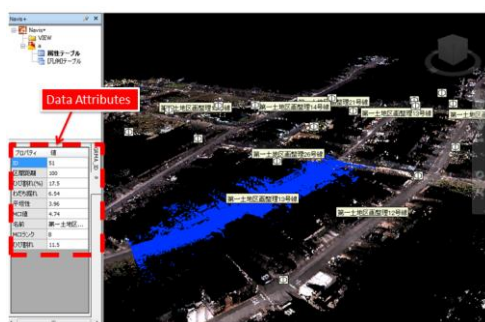
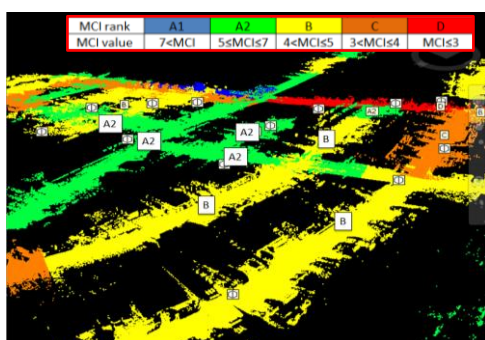


図-7 歩道橋撤去工程の再現

工程に従い順次施工検討を進めていくことで、規制箇所が日々どのように変遷するか把握できた。また、変遷させることで、周辺環境の確認も順次検討可能であった。



a) 情報表示



b) MCI 可視化

図-8 道路面持管理情報の可視化

(3) 維持管理段階での利用

a) 事業概要

幹線道路を主として路面の状態を把握し、修繕の候補箇所を抽出すること、安全で円滑な交通の確保及び舗装に係る維持管理を効率的に行うために必要な情報を得ることを目的として、全国で道路舗装の総点検が実施されている⁷⁾。その中で、A町をMMSで計測した点群データを用い、属性付与をおこなった。

b) 維持管理情報の可視化

計測した道路面の点群データを路線の管理区間である100m毎に分割し、維持管理の情報として、わだち掘れ量、ひび割れ率、平坦性、MCIを付与した。図-8 a)に付与した路線名を表示したものを示す。図-8 a)の赤枠は付与した各情報を表示している。図-8 b)では、付与したMCIの値により色分けをしている。これに

(4) 考察

本事例では、設計、施工、維持管理段階での点群データ利用案について、一例ずつ示した。設計では、点群データ中の不要箇所を除去し、新設の構造物をCADで作成、追加することで、施工性の検討が可能であった。施工では、点群データを構造物毎への属性付与と、撤去部毎への属性付与をおこなった。これにより、属性付与した点群データをオブジェクトと同様に操作でき、工程計

画の把握に利用できたと考える。また、維持管理では、道路面の点群データを分割し、属性付与する事で点群データを用いた管理に繋がるのではないかと考える。本事例で示した利用案を、建設ライフサイクル一連で利用することで、データ運用にも繋がると考える。維持管理段階の路面性状調査結果で利用した点群データを、次の設計・施工で利用できる可能性の一端を示せたのではないかと考える。しかし、運用を考えた場合、点群データのデータ容量など、対処が必要な課題も残っている。

5. おわりに

本論文では、点群データへの属性付与方法について述べ、モデル空間での利用法を提示し、設計、施工、維持管理の各段階での利用案を3事例を通じて示した。第2章では、点群データの課題および点群データへの属性付与、意義について述べた。第3章では、点群データ自体が保持している現況再現の優位性に加え、属性付与した点群データの利用法を示した。第4章では、属性付与点群データを用いた設計検討、施工工程の把握、道路面の維持管理の事例を示した。適用事例を通じて点群データが建設ライフサイクル一連で利用できる可能性を示した。

今後の展望として、考察で述べた課題解決やさらなる事例への適用を試みる。

謝辞： 本稿をまとめるにあたり、旭測量設計（株）、（株）インフォマティクス、（株）エスケイエンジニアリング、オートデスク（株）、熊本県熊本土木事務所、には本研究に協力していただきました。謝辞を表します。

参考文献

- 1) 小林一郎、宮下征士、藤田陽一、高尾篤志：立面点群データにおける車道空間の属性分析、土木情報利用技術論文集、Vol.19, pp.185-192, 2010.
- 2) 藤田陽一、小林一郎、山中孝文、永村景子：点群データを用いた道路周辺柱状構造物の属性分析、土木構造物・材料論文集、第29号, pp.145-152, 2013.
- 3) 小林一郎、藤田陽一、杉原浩実、山本一浩：色彩情報による点群データの属性分析、土木学会論文集 F3(特集号)、Vol.67, No.2, pp.95-102, 2012.
- 4) 小林一郎、吉田史朗、野間卓志、小林優一：モデル空間を用いた予備設計協議への点群データの活用、土木情報利用技術論文集、Vol.19, pp.157-164, 2010.
- 5) 藤田陽一、小林一郎、緒方正剛、永村景子：歩道橋撤去計画への点群データ利用、土木構造物・材料論文集、第29号, pp.153-160, 2013.
- 6) Fujita, Y., Ogata, S., Kobayashi, I., Yamanaka, T., PEDESTRIAN BRIDGE REMOVAL PLAN USING POINT CLOUD DATA EDITOR, ICCBE2013, pp.47-54, 2013
- 7) 総点検実施要領(案)【舗装編】、p.2, 2013