# 道路舗装の施工履歴を用いた 3 次元形状の生成・活用に関する基礎的研究

東京都市大学　学生会員　○大和　駿
東京都市大学　正 会 員　今井　龍一
青山学院大学　正 会 員　谷口　寿俊
東京都市大学大学院　正 会 員　松浦弦三郎

## 1. はじめに

我が国の建設生産プロセスの最適化を図るため，国土交通省は，情報通信技術を活用した i-Construction[1)]の施策を推進している．工事施工では，ICT 建設機械（以下，「ICT 建機」という．）によるマシンコントロール・マシンガイダンスシステム（以下，「MC・MG」という．）の導入が推進されている．具体的な活用の一方策として，施工履歴データ（以下，「ログデータ」という．）による土工の出来高算出要領[2)]（以下，「ログ出来高要領」という．）がある．ログデータには，ICT 建機のブレードの挙動履歴や走行履歴が 3 次元座標で記録されている．ログ出来高要領の導入により，出来高部分払の数量算出にログデータが活用できるようになった．

本研究では，ログデータのさらなる活用方策として，3 次元座標による工事目的物の完成形状の生成に着目した．具体例として，舗装の出来形管理では，図-1 に示すように，トータルステーション（以下，「TS」という．）を用いて出来形計測点を計測している[3)]．その計測結果の出来形値と設計値（以下，「設計データ」という．）とを比較し，寸法が規格値内に収まっているかを検査する．この出来形計測点をログデータから抽出し，出来形管理に適用できると，ICT 建機を用いた施工では TS による計測が不要となり，省力化を実現できる．

以上より，本研究の目的は，ログデータの施工管理への活用可能性を明らかにすることとした．

## 2. 研究方法

本研究では，ブルドーザの MC・MG で多様なアスファルト舗装工を対象とする．まず，TS による出来形管理に着目し，ログデータから生成した 3 次元形状から出来形計測点を抽出する手法を考案する．次に，考案手法が TS 出来形管理の要求精度の満足度を検証する．本稿は，考案手法の実現可能性の検証までを報告する．

## 3. ログデータを用いた出来形管理手法の考案

本研究では，図-2 に示すログデータを用いた出来形管理手法を考案した．まず，ICT 建機のログデータから抽出した点群データを用いて，舗装の境界点および中心線を生成する．これらと横断測線の交点から出来形計測点を選定し，3 次元出来形データを生成する．最後に，設計データと生成した 3 次元出来形データとを重畳し，基準高および幅の形状差分と許容誤差とを比較して許容範囲内に収まっているかを確認する．ログデータの処理方法を以下に示す（図-3 参照）．

### (1) 点群データのフィルタリング処理

ログデータから抽出した点群データには，ICT 建機の通信状況や地表面の段差によってノイズとなる異常値が含まれている．そのため，点群データにフィルタリング処理を用いてノイズを削除する（図-3①参照）．

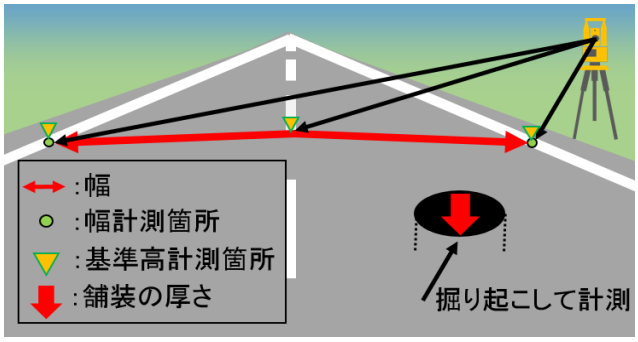


図-1　舗装の出来形管理のイメージ

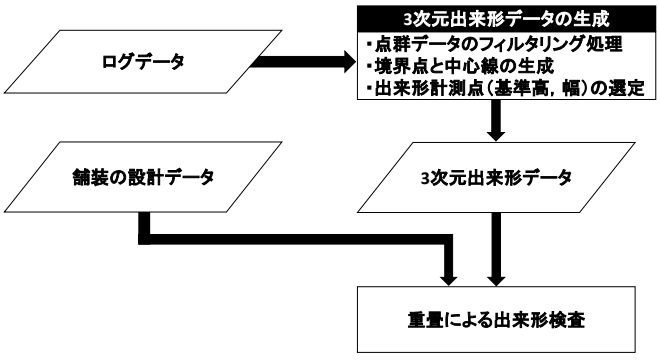


図-2　考案した出来形管理手法

キーワード　施工履歴データ，出来形管理，点群データ，ICT 建設機械
連絡先　〒158-8557　東京都世田谷区玉堤 1-28-1　東京都市大学　TEL03-5707-0104　E-mail：g1318098@tcu.ac.jp

### (2) 境界点と中心線の生成

ノイズを削除した点群データには出来形計測点が含まれているとは限らない．そこで，点群データを用いて舗装の境界点および中心線を生成して補完する．

境界点は，地表面両端部に動的輪郭法[4]を用いて生成する（図-3②参照）．中心線は，地表面の勾配の傾き変化点に中心点を生成し，中心点を結んで生成する（図-3③参照）．

### (3) 出来形計測点（基準高，幅）の選定

本手法では，縦断方向の任意の箇所を指定して横断測線を生成し，横断測線と境界点および中心線との交点を出来形計測点として選定する（図-3③参照）．

## 4. 提案手法の実現可能性の検証

本研究では，フィルタリング処理をしたログデータを用いて境界点の生成と中心点の生成範囲の特定を実施し，提案手法の実現可能性を検証した．検証結果を図-4 に示す．

境界点は，図-3 に示すように，フィルタリング処理をした点群データに動的輪郭法を用いて生成されることを確認した．境界部の点群データの点密度が 10 点/㎡以上であれば正確に境界点が生成された．しかし，境界部の欠損箇所の範囲が直線距離で 6m 以上あると生成できないことを確認した．そのため，境界部に大きな欠損箇所のある点群データに関しては，境界部の欠損を埋めるよう，境界点から境界線を生成して欠損を補完する必要がある．

中心点は，図-4 に示すように，地表両端の境界点から舗装の中心部に向けて隣接 2 点間の方向ベクトルを逐次算出した．そして，両端からの方向ベクトルの交差箇所から舗装中心部の生成範囲を特定し，傾き変化点を確認できた．しかし，点群データの点密度が 5 点/㎡以下の箇所では，3 次元座標の情報が少ないため，舗装の中心部に傾き変化点を確認できなかった．また，点群データの点密度が 30 点/㎡以上の箇所では，施工時にノイズが多く含まれているため，舗装の中心部に傾き変化点を確認できなかった．そのため，点密度が 5 点/㎡以下の箇所では，近傍点から点群データの 3 次元座標の情報を集約して補完する必要がある．また，点密度が 30 点/㎡以上の箇所では，ノイズが多く含まれている境界点から舗装の中心部のフィルタリング処理の手法を検討する必要がある．

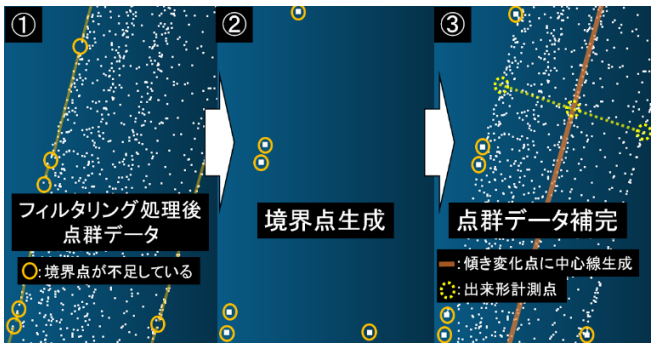


図-3 舗装ログデータの処理手順

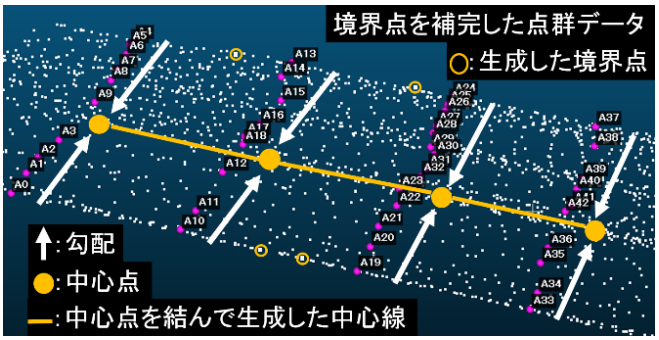


図-4 舗装の境界点と中心線の生成結果

## 5. おわりに

本研究では，ログデータを用いた出来形管理手法を考案し，提案手法の実現可能性の検証結果を報告した．

今後の課題として，数値精度を確認するための実証実験を実施し，考案した手法の有用性および活用可能性を検証する．具体的には，下層路盤を均したブルドーザのログデータから 3 次元出来形データを生成し，設計データと比較する．そして，形状差分量が出来形管理要領の基準値の許容誤差内であるかを分析する．また，第 4 章の提案手法の検証で明らかとなった点密度に関する課題の解決策を考案する．

**謝辞：**本研究の遂行にあたり，国土交通省国土技術政策総合研究所の川野浩平氏には貴重なご意見を賜った．ここに記して感謝の意を表する．

## 参考文献

1) 国土交通省：i-Construction，2015.12.
2) 国土交通省：施工履歴データによる出来高算出要領（案），2016.3.
3) 国土交通省：TS を用いた出来形管理要領（舗装工事編），2012.3.
4) 川野浩平：MMS と LP の点群データを用いた河川空間モデルの自動生成に関する研究，関西大学審査学位論文，関西大学大学院総合情報学研究科，2015.9.