

道路舗装の施工履歴を用いた出来形管理の補正に関する一考案

東京都市大学	学生会員	○飯田 悠聖
東京都市大学大学院	正 会 員	松浦 弦三郎
東京都市大学	正 会 員	今井 龍一
青山学院大学	正 会 員	櫻井 淳

1. はじめに

我が国では、i-Construction¹⁾の推進により、建設現場の生産性向上を図るため、ICT 建設機械（以下、「ICT 建機」とする。）を用いたマシンコントロール・マシンガイダンスが普及している。ICT 建機は、挙動履歴・走行履歴を 3 次元座標で記録した施工履歴データ（以下、「ログデータ」とする。）を収集・蓄積できる。ログデータは、主に土工において出来高を示す土量算出に用いられている²⁾。現行の舗装工事の出来形管理では、ログデータが活用されておらず、図-1 に示すように、トータルステーションや地上型レーザスキャナを用いて検査している。そのため、舗装工事に用いられた ICT 建機のログデータから構造物の 3 次元形状を再現できると、出来形管理の計測の省力化が期待される。

既往研究³⁾では、舗装工事における転圧機械のログデータを用いた出来形管理への適用可能性を示唆する知見を得ている。また、GPS の測位誤差を考慮したログデータの補正処理手法の確立が課題として挙げられている。

本研究の目的は、ログデータの補正処理手法を考案し、舗装工事の出来形管理への適用可能性を明らかにすることとした。

2. 研究方法

まず、ログデータに関する課題を分析する。次に、ログデータの補正処理手法を考案し、その考案手法を用いた出来形管理への適用可能性を検証する。検証内容として、補正処理されたログデータから生成した 3 次元モデルと設計データとを照合分析する。

3. ログデータの課題分析

図-2 に示すように、出来形管理におけるログデータの課題を高さと測位誤差に着目して分析した。

(1) 高さ

ログデータの高さには、図-2(A)のように GPS 受信機の高さが含まれている。3 次元座標を取得するために設

置された GPS 受信機は、各層に用いられた機種で高さが異なる。そのため、各層の厚さを正確に計測するには、高さを補正する必要がある。

(2) GPS の測位誤差

ログデータの座標値には、図-2(B)のように GPS の測位誤差を含む異常値が含まれている。そのため、各層の舗装厚を正確に計測するためには、異常点を除去するフィルタリング処理が必要である。

これらの課題を解決することで、出来形管理に活用できると考えられる。

4. 補正処理手法の考案

既往研究³⁾では、ログデータの補正処理手法として、高さ補正および異常点の除去の 2 種類の手法を採用している。まず、高さ補正としてログデータの高さから GPS 受信機の高さを差し引くことで、ログデータの高さを地面と同じ高さに補正する。次に、異常点の除去では、ログデータの中で GPS 精度が最も高いデータのみ抽出し、それ以外のデータは除去する。これらの手順に加え、本研究はさらに 2 種類の手法を考案した。

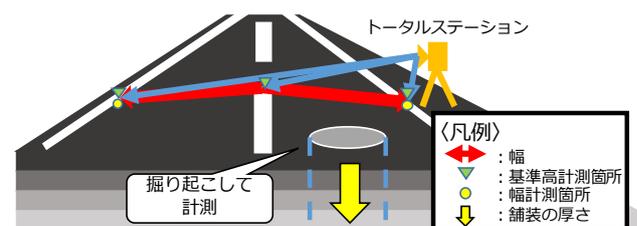
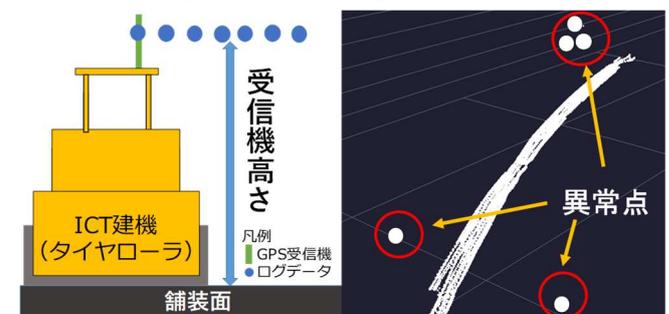


図-1 舗装工事の出来形管理のイメージ



(A) ログデータの高さ (B) GPS の測位誤差

図-2 ログデータに関する課題

(1) 考案手法 1

既往研究の手法に加え、XY 平面上でメッシュを生成し、ログデータを重畳する。メッシュサイズは、面的出来形管理において必要最低限の出来形評価である点群密度 (1.0 m²のメッシュ内に 1 点以上) を基準とする。最後に、図-3 に示すように、転圧機械のログデータの中で、仕上げ走行箇所が道路の完成形状を捉えることができると仮定し、メッシュ毎に最終走行時間のログデータを代表点として採用し、フィルタリング処理する。

(2) 考案手法 2

既往研究の手法に加え、道路勾配を考慮するため、横断および縦断方向の勾配を補正し、ログデータの高さ情報の計画勾配による影響を除去する。次に、ログデータの高さ平均、標準偏差を算出しデータの長さ較差の範囲を算出する。それを、許容範囲としてフィルタリング処理する (図-3 参照)。

5. 考案手法の有用性の検証

本検証は、坂東舗装工事のアスファルト舗装工の設計データおよびログデータを用いた。検証方法として、まず、補正処理されたログデータから 3 次元モデルを生成する。次に、生成した各層の 3 次元モデルと設計データとを重畳し、縦断方向に任意で横断面を抽出して、舗装厚を照合分析する。舗装厚の計測点は、横断方向に 1.0m 毎の地点とした (図-4 参照)。

既往研究の手法を用いた結果を表-1、考案手法 1 および考案手法 2 を用いた結果を表-2、表-3 にそれぞれ示す。表-1 より、表層以外は基準値を満足した。表-2 より、表層以外は基準値を満足した。表層厚が設計値と大きく差が出た原因としては、表層工だけが別の ICT 建機を使用していたため、始動前に入力する ICT 建機の設定条件の誤差が要因である可能性が高い。また、標準偏差に着目した際に、上層以外は既往研究の手法に比べ、数値が小さくなっている。表-3 より、表層以外は基準値を満足した。また、既往研究の手法に比べ、上層以外は標準偏差が小さくなっている。このことから、考案手法 1 および考案手法 2 が既往研究の手法に比べ、より高い精度の舗装厚を算出できると考えられる。

以上の照合分析の結果より、転圧機械のログデータの出来形管理への適用に向けて、さらに一步前進することができた。さらなる課題として、各層に用いた転圧機械の仕様の違い、紆曲した道路における補正手法の考案等が挙げられる。

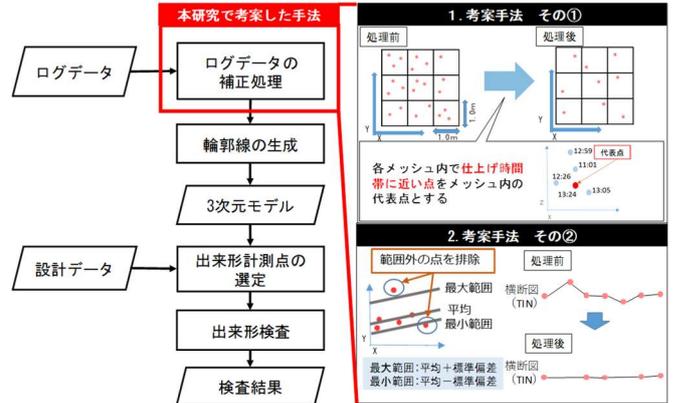


図-3 考案手法の手順及びイメージ

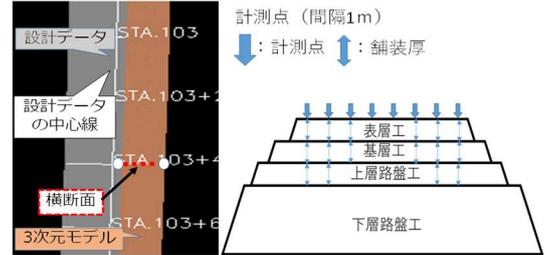


図-4 計測箇所の概要

表-1 既往研究の手法の照合結果 (単位: mm)

項目	実測値								平均	標準偏差	設計値	差	基準値		備考 (機種)
	1	2	3	4	5	6	7	8					個々	平均	
表層	-110	-118	-118	-107	-131	-131	-128	-128	-121	8.86	40	-161	-7	-2	TZ701R
基層	61	58	41	40	58	60	69	85	59	13.56	60	-1	-9	-3	TS650C
上層	120	126	133	132	134	125	115	125	126	6.31	120	6	-15	-5	TS650C

表-2 考案手法 1 の照合結果 (単位: mm)

項目	実測値								平均	標準偏差	設計値	差	基準値		備考 (機種)
	1	2	3	4	5	6	7	8					個々	平均	
表層	-107	-119	-125	-120	-124	-131	-134	-129	-124	7.91	40	-164	-7	-2	TZ701R
基層	62	63	53	46	53	64	68	87	62	11.72	60	2	-9	-3	TS650C
上層	120	126	127	130	135	121	120	113	124	6.54	120	4	-15	-5	TS650C

表-3 考案手法 2 の照合結果 (単位: mm)

項目	実測値								平均	標準偏差	設計値	差	基準値		備考 (機種)
	1	2	3	4	5	6	7	8					個々	平均	
表層	-111	-117	-119	-108	-130	-131	-128	-129	-122	8.64	40	-162	-7	-2	TZ701R
基層	61	58	42	40	59	60	69	85	59	13.51	60	-1	-9	-3	TS650C
上層	120	126	134	132	134	125	115	112	125	7.86	120	5	-15	-5	TS650C

6. おわりに

本稿では、ログデータの補正手法を考案し、ケーススタディを通じて手法の有用性を確認した。今後は、本考案手法による 3 次元モデルと実際の出来形管理データとを比較し、出来形管理への適用可能性を明らかにしていく所存である。

謝辞: 本研究の遂行にあたり、前田道路株式会社の関係者には、資料の提供や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, <<http://www.mlit.go.jp/comm on/001127188.pdf>>, (2019.1.21 閲覧)
- 2) 国土交通省: 施工履歴データによる土工の出来高算出要領 (案), 2014.
- 3) 松浦他: 舗装工事における建設機械の施工履歴の出来形管理への適用可能性の評価, 土木学会論文集 F3 (土木情報学), 土木学会, Vol.73, No.2, p.1 416-I 423, 2017.
- 4) 国土交通省: 地上型レーザスキャナを用いた出来形管理要領 (舗装工事編) (案), 2018.
- 5) 国土交通省: 土木工事施工管理基準及び規格 (案), 2013.