

差分計測システムによるインバート掘削の出来形管理

Differential Measurement System for Invert Excavation Control

川澄悠馬* 今泉克彦* 松田顕伍** 松本清志**
Yuma Kawasaki, Katsuhiko Imaizumi, Kengo Matsuda, Kiyoshi Matsumoto

研究の目的

山岳トンネル工事のインバート掘削における出来形管理では、従来、掘削作業を中断して基準線からの下がりを複数断面かつ、1断面当たり数点確認していた。そのため、計測箇所が限定的となるほか、作業の中断と計測人員が必要とされていた。そこで、計測時間の削減、計測人員の負担軽減、面的な出来形管理を目的として、計画断面と現状の出来形の差分を算出する「差分計測システム」を開発した。

研究の概要

本システムは、事前に入力した計測範囲の3次元設計データ（以下、設計データ）とLiDARにより得られる3次元計測データ（以下、計測データ）の差分を算出し、モニタに図示する。本システムをバックホウに取り付けた場合の機器構成を図-1に示す。

計測に先立ち、事前準備として、施工断面の形状を入力した設計データを作成する。また、掘削範囲周辺にリフレクタ4枚の設置を行う。設置後にリフレクタ中心の座標値をトータルステーションで測量し、その座標値をシステムへ入力する。

掘削作業では、従来のバックホウにより掘削を行う。掘削の進捗に伴い、掘削を一度停止し、本システムによる計測を開始する。計測ではLiDARによる掘削範囲の点群データを得る。次に得られた点群データから4つのリフレクタを認識させる。設定した反射強度以上、かつ設定した大きさの範囲内の点群をリフレクタとして自動抽出する。自動抽出した各リフレクタを表す点群の中心の座標値と事前に測量した座標値を自動で関連付ける。関連付けた座標値から座標変換し、設計データと計測データの差分値を算出する。図-2に本システムによる出力結果例を示す。オペレータはモニタ上にヒートマップで表示される掘削過不足の箇所を面的に把握することができる。

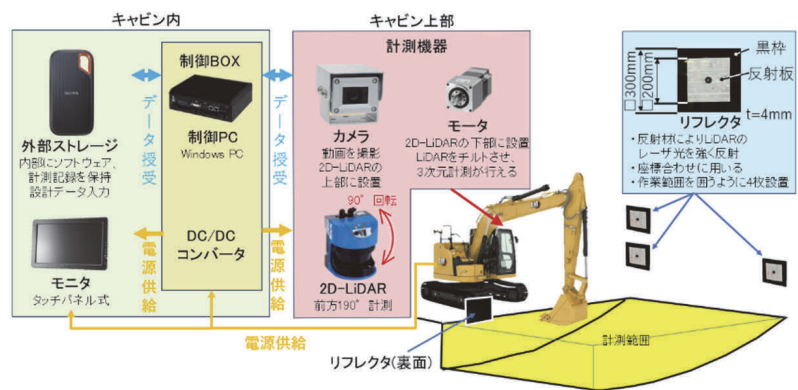


図-1 本システムの構成

現場適用においては、トータルステーションによる測定結果（6測点×7回）を真値として、本システムの計測精度を確認した。なお、トータルステーションの測点近傍における点群の平均値を本システムの計測結果とした。この結果、鉛直方向における差の絶対平均は約80mmであり、出来形管理基準を満足した。計測時間は、事前の準備作業で約15分、掘削を止めて行う計測に約5分を要した。従来の方法では、計測点数にもよるが10~15分程度要していたものが、掘削作業を殆ど止めることなく、効率的に面的な計測が可能となった。

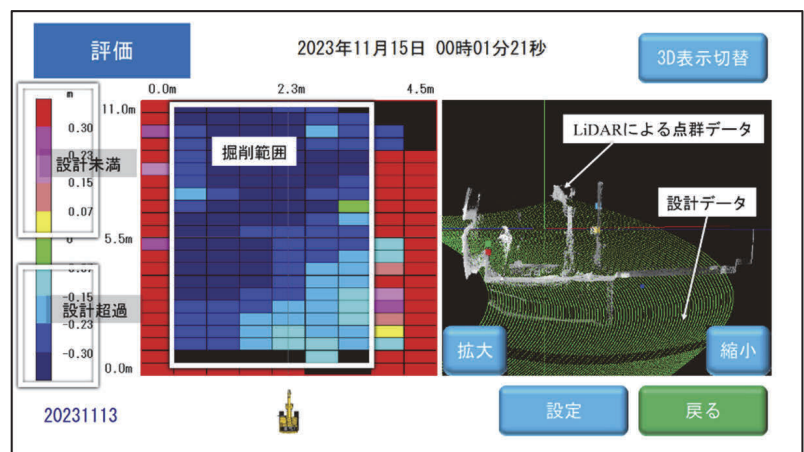


図-2 本システムによる出力結果例

研究の成果

本システムをインバート掘削の出来形管理に現場適用した結果、以下のことを確認した。

- i. 従来の限定的な計測に比べ、面的に出来形計測ができる
- ii. 従来の計測方法に比べ、計測時間が短縮される
- iii. 余掘り量の適正化のため鉛直方向の計測精度の向上が必要であるが、出来形管理基準を満足している

*技術本部技術研究所土木研究グループ **東日本支社機電部