

3D LiDARを活用した 「インバート掘削・施工管理システム」



岩田地崎建設株式会社
株式会社ソーキ

本日の内容

1 はじめに

インバートとは／施工手順／従来の施工管理／課題と開発目的

2 システムの概要

システム構成／計測の仕組み／施工フロー

3 活用効果

検証項目／活用効果

4 まとめ

まとめ／今後の展開

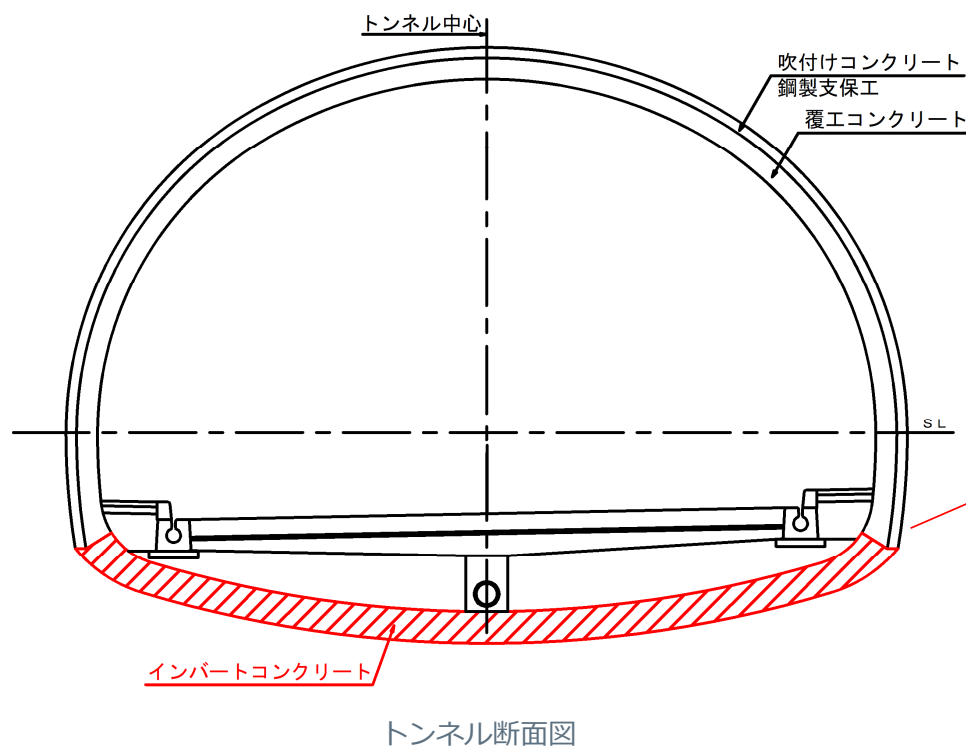
SECTION

1

はじめに

インバートとは

インバートは覆工コンクリートおよび支保工と一体となって、トンネル全体を安定させる



厚 さ

45～50 cm

坑口付近では50cm以上となることもある

幅 (全幅)

8～15 m程度

県道トンネル～高速道路

1BLの長さ

10.5, 12.0 m

10.5mよりも短い場合もある

1ブロックあたりの施工手順

01

インバート掘削

重機で掘削、掘削深さを人力で確認

02

型枠設置

端部に型枠を設置

03

打設前の厚さ確認

中間部・端部で巻立空間を測定

04

コンクリート打設

ポンプ車でコンクリートを打設、人力でコンクリート最終注文数量を測定

05

出来形確認

端部で基準高・幅・巻厚を測定

06

完了

次のブロックへ
※以降、繰り返し



インバート掘削



型枠設置



コンクリート打設

従来の施工管理

掘削管理

- ・重機近傍で手元作業員が専用定規を使用し、1.0m～1.5m間隔で高さを確認



掘削高さ管理

出来形管理

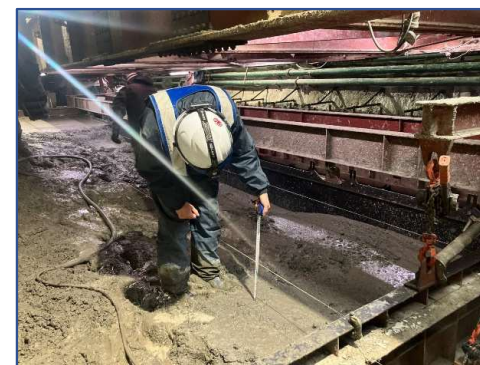
- ・打設前巻立空間・コンクリート厚さを元請職員2名で測定
- ・事務所で帳票へ起票、写真整理



打設前空間測定

コンクリート最終注文数量算出

- ・打設途中に元請職員が測定し算出



コンクリート最終注文数量測定



出来形測定（厚さ確認）

いずれも「点」での人力測定であった。

従来管理の課題と本開発の目的

01

掘削量・打設量の増加

掘削基面が深くなりやすく、コンクリート打設数量も多くなる

02

管理時間が長い

元請職員の現場および事務所での管理時間が長い

03

コンクリート最終注文数量算出の測定誤差

経験値に依存するため、最終注文数量算出に測定誤差が生じる

本開発の目的

3D LiDARで施工箇所を面的に計測して点群データを取得し、掘削管理・出来形管理・コンクリート打設数量算出を自動化することで、余掘り量の抑制と元請職員の管理時間の短縮を図る。

SECTION

2

システムの概要

システム構成



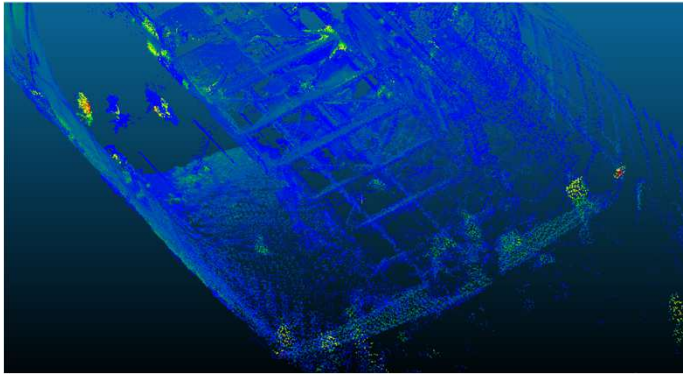
図 システム全体概要図

使用機器

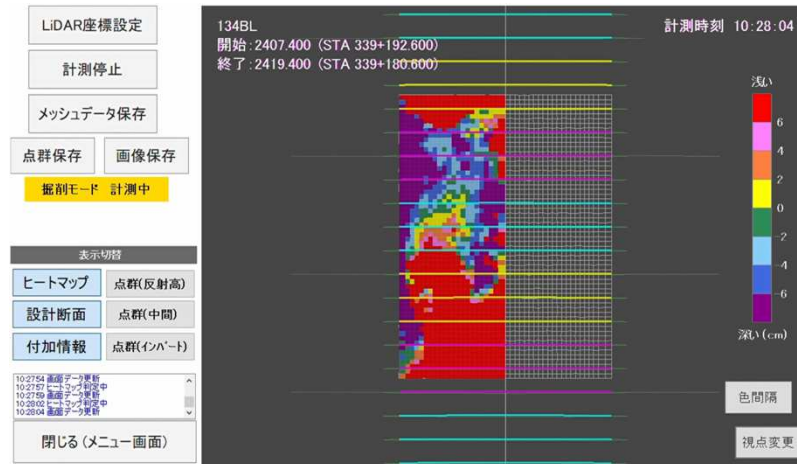
3D LiDAR LIVOX MID-360	1台
計測用タブレット Panasonic TOUGHBOOK	1台
オペレータ用タブレット アンドロイド	1台
反射ミラー 1.5インチプリズム	3～4個

ヒートマップを計測用・オペレータ用タブレットに表示し、掘削から出来形まで一元管理する。

計測の仕組み



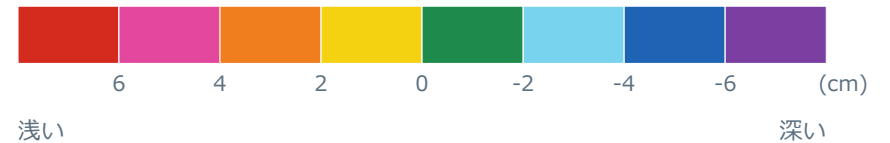
点群データ



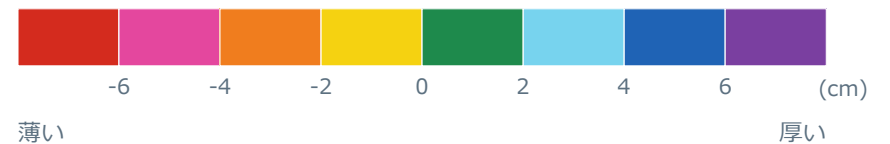
計測用タブレット画面（インバート掘削計測）

- 施工ブロック全体をメッシュに区切り、設計面との差分を色分けして表示
- 表示メッシュ間隔は5～50cm角（推奨：20cm）
- 計測データは概ね5秒～1分で画面更新（メッシュ間隔に依存）
- ヒートマップ
掘削時：浅い＝プラス、深い＝マイナス
打設時：厚い＝プラス、薄い＝マイナス

ヒートマップ色の凡例（掘削時）



ヒートマップ色の凡例（打設時）



システムを活用した施工

01

事前準備

設計データを登録し、プリズムを設置して座標を付与

02

掘削時の測定

掘削深さをヒートマップで管理しながら掘削

03

掘削面の出来形測定

掘削後の仕上がり面を測定し、点群・メッシュデータで出力、CSV形式で帳票出力

04

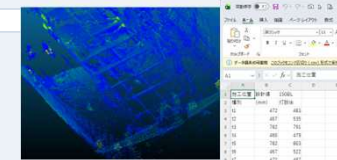
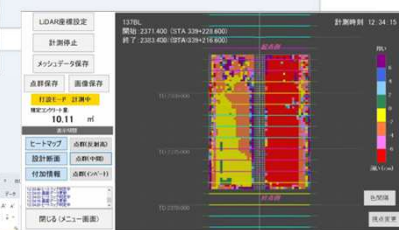
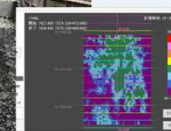
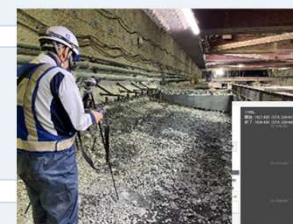
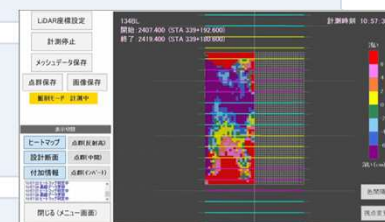
コンクリート打設時の測定

打設状況をヒートマップで管理し、打設残り数量を表示

05

コンクリート面の出来形測定

型枠脱型後の仕上り面を測定し巻厚を算出（点群・メッシュデータで出力、CSV形式で帳票出力）



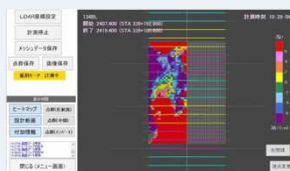
掘削から出来形まで、タブレット1台で管理しCSV帳票まで出力する。

本システムの特徴

01 面的な施工管理

施工基面の面的管理により、過掘りの防止、コンクリート打設数量の抑制

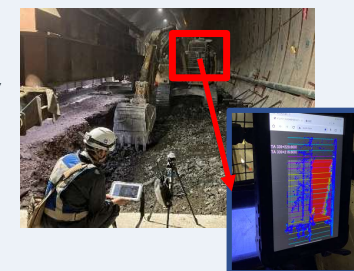
掘削面・コンクリート打設面と設計面との差分をヒートマップで表示。深く掘りすぎた箇所をその場で把握。



02 掘削時の安全性向上

掘削深さを自動で管理できるため、手元作業員の立ち入りが不要

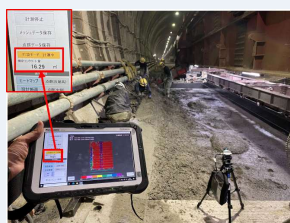
オペレーターが重機搭載タブレットでインバート全体の掘削深さを常時確認。安全性が向上。



03 コンクリート打設数量測定が不要

コンクリート打設数量測定が不要のため、元請職員の管理時間が短縮

設計仕上がり面までの打設残り量を計測中に随時更新して表示。最終注文数量の判断に活用。



04 帳票の自動出力

出来形測定からCSV形式の帳票自動出力により、出来形の管理時間が短縮

コンクリート厚さをメッシュ値から自動でCSV帳票を出力。CSV帳票から各種所定書式に貼付。

The image shows a software interface for exporting data to CSV. It includes a table with columns for '施工位置' (Construction Position), '設計値' (Design Value), and '打設後' (After Casting). The table contains data for various locations and thicknesses.

施工位置	設計値	打設後
1	472	483
2	467	535
3	782	791
4	460	479
5	782	803
6	467	522
7	472	487

3D LiDARによる面的な計測により、過掘りの防止と管理時間の短縮となり、現場の生産性向上・省力化を実現。

SECTION

3

活用効果

活用効果の検証項目

検証内容		
1	経済性の検証	
2	施工性の検証	①協力業者の施工時間
		②元請職員の管理時間
3	環境の検証	
4	LiDAR本体の精度検証	
5	出来形測定の精度検証	
6	掘削削減量の検証	
7	コンクリート最終注文数量の測定精度検証	

検証条件

- ・ 従来方法6BL + 本システム6BL
- ・ 新幹線トンネル
- ・ 施工延長 12m

活用効果

経済性	数量削減がリース料をほぼ相殺し、コストは同等
-----	------------------------

施工性	協力業者 約6%向上、元請職員 約27%向上
-----	------------------------

環 境	1施工あたり215.1kg-CO ₂ 、半年で約12.9t-CO ₂
-----	--

LiDAR本体の精度	レベル測定との差 約10mm（精度20mm以内）
------------	--------------------------

出来形測定の精度	従来測定との差 約-20～5mmで同程度以内
----------	------------------------

掘削削減量	平均余掘り深さ -19mm、掘削量 約2m ³ 削減
-------	---------------------------------------

最終注文数量の精度	従来方法との差 -1.0m ³ 以内
-----------	-------------------------------

※ いずれも試験施工6BL分の平均値であり、現場条件等により変化する。

SECTION

4

まとめ

まとめ

経済性同等

数量削減がリース料をほぼ相殺し、コストは同等

施工性向上

協力業者 約6%向上、元請職員 約27%向上

環境に配慮した施工

施工あたり215.1kg-CO₂、半年で約12.9t-CO₂の削減効果

掘削量・コンクリート数量抑制

平均余掘り深さ -19mm、掘削量 約2m³削減

従来と同等以上の測定精度

LiDAR本体の精度を確保、出来形測定、コンクリート最終注文数量の精度は、従来方法と同程度以内

安全性向上

掘削深さを自動で管理できるため、手元作業員の立ち入りが不要

本システムは、インバートの掘削・施工管理に有用であり、安全性も向上するといえる。

今後の展開

01

NETISへの申請

本検証結果をもとに現在申請中である

02

一般向けのレンタル開始

株式会社ソーキから一般向けレンタルを9月開始予定である

03

道路トンネルへの適用

測定条件と断面形状の違いに対応する