

三次元形状計測器の施工現場適用事例の紹介
開発システムの適用事例と今後の課題

The application of the three-dimensional shape measurement system to construction site

- The application example of the development system and future problem -

倉爪 亮（九州大学） 池田 直広（東急建設株式会社）
遠藤 健 池野谷 尚史 柳原 好孝（東急建設株式会社）

Ryou KURAZUME, Kyusyu University, Naohiro IKEDA, Tokyu Construction Co., Ltd.
Ken ENDOU, Takafumi KENOYA, Yoshitaka YANAGIHARA, Tokyu Construction Co., Ltd.

This paper describes the summary of the three-dimensional shape measurement system we have developed. We show the example of the application of the developed system to the real construction site and the discussion for the expansion to various construction sites.

Key Words: Three-dimensional shape measure, Construction site, Application example, Future problem

1. 三次元形状計測器の概要

三次元形状計測器は、三脚型、移動体設置型等が一般に普及している。筆者らは、レーザレンジファインダと各種計測器を組み合わせ、独自の三次元計測器を開発し、建設施工現場への適用を行ってきた。本章では独自開発した三次元形状計測器の概要を述べる。

1.1 三次元形状計測器の開発背景

三次元形状計測器は、約 20 年程前から三脚型が市場に出回り始め、建設工事現場への適用が試みられてきた。しかし、導入コストが高いこと、トンネルや鉄道といった線状土木構造物では、機器の盛り替え時間がかかる等の問題があり、普及は進んでいない。

そこで筆者らは、比較的安価なレーザレンジファインダと各種計測器を組み合わせ、安価で、かつ計測効率移動体型の三次元形状計測器を開発した。

なお、本計測器は、国土交通省建設技術研究開発助成制度の平成 21 ～ 22 年度公募テーマ（政策課題解決型）「建設生産システムの生産性の向上に関する技術開発」に公募し、助成を受けて開発した。

Fig. 1 に、開発した三次元形状計測器の外観写真を示す。



Fig. 1 Measurement system

1.2 三次元形状計測器の計測概念

筆者らが独自開発した三次元形状計測器は、台車に搭載し

た二次元レーザレンジファインダにより、断面方向を連続的に計測しながら移動することで、計測対象物の三次元形状を取得する。台車の位置座標は、自動追尾トータルステーションによって常に計測されているため、これと二次元レーザレンジファインダによって計測した計測対象物の情報を組み合わせることで、公共座標系における三次元形状とする。

また、台車の向きおよび傾きを三軸ジャイロで計測することで補正している。

Fig. 2 に、三次元形状計測器の計測概念図を示す。

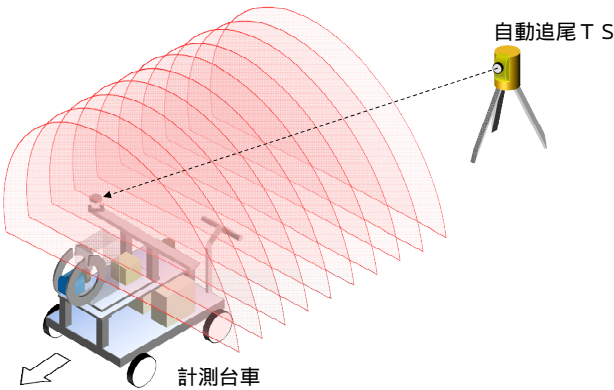


Fig. 2 Measurement conception

1.2 三次元形状計測器の仕様

三次元形状計測器に組み込まれたセンサ の仕様を示す。

Table 1 Sensor specifications

機器名称	機種名	メーカー名
自動追尾トータルステーション	TCA2003	ライカシステムス
光ファイバージャイロ	JCS7402-A	日本航空電子
レーザレンジファインダ	LMS-511	SICK
データ処理PC	CF-30	Panasonic

また、当初は計測対象物を主としてトンネルに設定していたため、台車搭載型として開発を行ったが、狭隘部や台車が進入できないような条件下においても計測するため、背負子

に上記センサを搭載して人力で運搬可能な形態に改良した。

さらに、レーザーレンジファインダの計測範囲が 180°であったため、計測効率の向上を目的として、レーザーレンジファインダを上下に 2 台配置し、360 度を一括で計測可能とした。

2. 建設現場適用事例の紹介

本章では、独自開発した三次元計測器を用いて、建設現場において計測業務を展開した事例を紹介する。

2.1 地下河川天端床板厚の確認

古い既設構造物は、例えば設計図面が存在しても、その後の増改築により形状等が変化している可能性がある。また、施設管理者が異なる境界については、あいまいな部分が存在する。

本適用事例は、ピルの地下を流れる河川の内部形状およびビル 1 階の床面の計測を組み合わせることで、ビル 1 階の床版厚さを確認した事例である。

計測の結果、設計図には表われていない変更箇所が存在したために、その形状を図面に反映させ、更新計画を立案した。

2.2 既設トンネル補修工事における確認

本適用事例は、既設トンネルを補修するため、トンネル吹付け面の内側にプレキャストコンクリートの覆工版を設置する際に、凹凸の激しい吹付け面を計測し、プレキャストコンクリートが設置可能な空間が確保されているかを確認した。

Fig. 3 に計測結果の平面図を示す。空間確保の基準から 40mm 以上内空側に支障している区間は赤色、基準-10mm で黄色、基準+10mm で緑色、基準+40mm 以上で青色の色分け表示をした。

この計測結果を基に、プレキャストコンクリート設置前に天端付近および側部の砕り作業を行った。

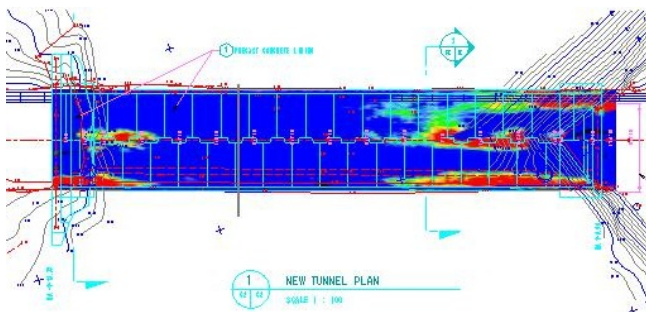


Fig. 3 Measurement result (Plan view)

2.3 鉄道建築限界の確認

供用中の鉄道改修工事は、夜間終電後の限られた時間内では作業ができないため、迅速な現地計測が求められる。

本適用事例では、新設軌道の建築限界付近に存在すると考えられる仮設物の限界との離隔を確認した。なお、新設軌道工事のため時間制限はないが、今後は既設軌道工事でも同様の用途での適用が考えられる。

現行では、軌道上に建築限界定規を走らせて確認するが、本システムを導入することで、人の手の届かない高い位置での建築限界離隔確認が容易に行えた。

Fig. 4 に、計測結果の三次元表示図を示す。離隔は、トンネル補修工事同様、建築限界離隔を色分け表示した。

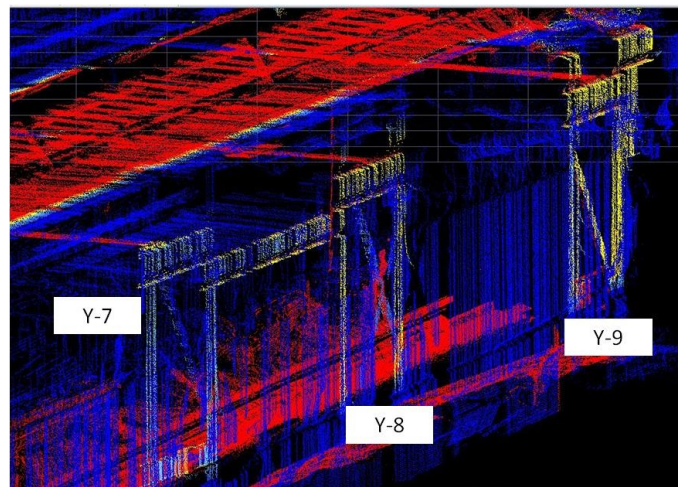


Fig. 4 Measurement result (Three-dimensional view)

3. まとめ（今後の適用範囲拡大に向けた課題）

今回の建設現場適用を通して、三次元形状計測器を用いた計測は、多くの適用可能工事が存在すると感じた。

それと同時に、今後取り組むべき課題について、明らかとなったので、その代表例を以下に示す。

3.1 多点群データの図面変換手法の確立

現場適用事例の紹介からもわかるように、今後、図面のない既設構造物を図面化し、更新計画を立案する場面が、増えてくることが予想される。

そこで課題となるのが、平面定義、変化点定義を計測データから迅速に行い、誤差を含む多点群データから図面データへ適切に変換する手法の確立が求められる。これにより、今後建設現場で展開が予想される BIM/CIM への移行への一助となると考える。

3.2 多点群データ評価手法の確立

三次元形状計測器は、短時間に多くの点群データを取得できる反面、繰り返し計測精度がトータルステーションや巻尺といった現行の工事施工管理ツールより劣るという問題点がある。

今後、三次元設計データと親和性の高い三次元形状計測器を建設現場に適用していくためには、計測された多点群データをどの様に評価し、現行施工管理である寸法値管理と置き換えていくかが課題といえる。

文 献

- [1] 遠藤健・池野谷尚史・倉爪亮：三次元設計データを利用したトンネル構造物の出来形管理手法の提案、第 13 回建設ロボットシンポジウム、2012
- [2] Ken ENDOU, Takafumi IKENOYA, Ryo KURAZUME: Development of 3D scanning system using automatic guiding total station, Journal of Robotics and Mechanics, Vol.24, No.6, 2012 .