

## 新技術活用（NETIS 含む）

# 鉄道橋支承取替工事の現地計測における 3D スキャニングの活用

日本橋梁建設土木施工管理技士会

日本車輛製造株式会社

荒川 慎平<sup>○</sup> 峯田 敏宏

## 1. はじめに

近年、全国の橋梁で老朽化が進んでおり、橋梁の延命化を図るため、補修、保全工事が進められている。弊社は主に鉄道橋の補修工事を施工している。特にトラス橋、開床式下路プレートガーター橋の床組接合部対策や、支承部取替補強などの施工が多い。補修工事では、新設工事とは違い、既設の橋梁に適合した部材を製作する必要があるため、現地計測が不可欠である。

弊社が施工する支承部取替補強では、補強部材を取り付ける際に既設のリベット孔を利用するため、現地でリベット孔のピッチや既設部材の形状などを計測する必要がある。この計測作業を効率化するための工夫について報告する。

## 2. 現場における課題・問題点

従来の計測では、差し金やコンベックスを利用した手計測を行っており、計測結果は記録用紙に記録していた。しかし、供用中の桁端付近は狭隘な場所が多く（図-1）、手計測では計測不可能な場所がある。また、作業環境が厳しいため、無理な姿勢での計測となり、寸法の読み間違いや計測誤差が生じることもあった（図-2）。さらに、計測する際は基本的に2人1組で行動し、計測係と記録係で分かれていたため、作業人員の確保も課題であった。



図-1 桁端付近の様子



図-2 手計測の様子

## 3. 対応策・工夫・改善点と適用結果

### (1) 対応策の選定

前述の問題点から計測作業の効率化を目標とし、3Dハンディースキャナーを導入した。3Dハンディースキャナー本体には、2つの赤外線カメラと、カラーカメラ・LEDフラッシュがついて

おり、レーザーを照射して撮影する（図-3）。撮影データを専用ソフトに取り込み、スキャンデータを作成し、このスキャンデータの3Dモデルを計測することで現地計測を代用できる。3Dハンディースキャナーの利点を以下に示す。

- ① 3Dハンディースキャナーは据え置き型のレーザースキャナーと違い、軽量で手軽に扱えるため、狭隘な部材でも十分に活用できる。
- ② 対象物から50mm～300mm程度離れた位置から3Dハンディースキャナーをかざすだけで撮影することができる。それにより無理な姿勢をとることがなくなり、読み間違いや計測誤差の発生を抑止できる（図-4）。
- ③ タブレットでスキャン状況を確認しながら撮影できるため、測り忘れることなく、効率よく計測することが可能になる（図-5）。
- ④ 撮影した構造物は、3Dデータとして残るため、社内でも現場の状況把握が容易に行える（図-6）。
- ⑤ 撮影したデータを持ち帰り、専用ソフトで3Dモデルを作成、3Dモデルから断面を作成し、断面データを2D-CADに貼り付けることで、2D-CAD上で寸法を計測できる（図-7）。



図-4 スキャン状況



図-5 スキャン時タブレット画面



図-6 スキャンデータ



図-3 3Dハンディースキャナー概要



図-7 断面データを2D-CAD上で計測

(2) 運用手順

現地計測を行う前に導入用講習会を受講し、基本操作方法を習得し、支承取替工事の現地計測に特化したマニュアルを作成した。3Dハンディースキャナーによる現場計測～3Dモデル作成までの手順を以下に示す。

作業は大きく分けると現場作業と社内作業の2つがある。まず、現場作業について記載する(図-8)。

最初に、対象物を撮影する前に現場校正を行う(図-9)。特に屋外での作業の場合、日によって天候(明るさ)や気温が変わるため、正確な結果を得るためには計測時の校正が不可欠である。一回で撮影できない広範囲の場合、対象物を複数回に分割して撮影する。その際、一回の撮影範囲の始点と終点にマーカーを設置することとした。マーカーは社内作業の作業時間を短縮するために必要であり、複数個のスキャンデータを1つに結合する際に用いる。

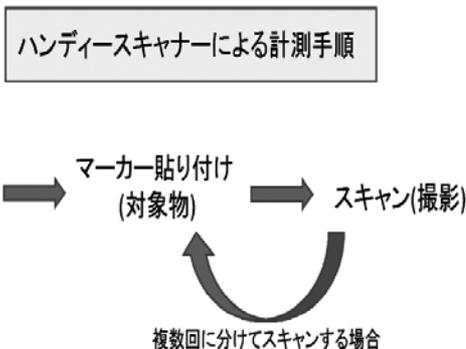


図-8 現場作業手順



図-9 現場校正

続いて、社内作業について記載する。社内作業では主に、スキャンデータの処理、結合を行う。

スキャンデータをPCに取り込み、専用ソフトで処理し、3Dモデルを作成する。撮影を複数回に分けた場合は、対象物だけでなく、マーカーも確実に撮影するよう注意が必要である(図-10)。

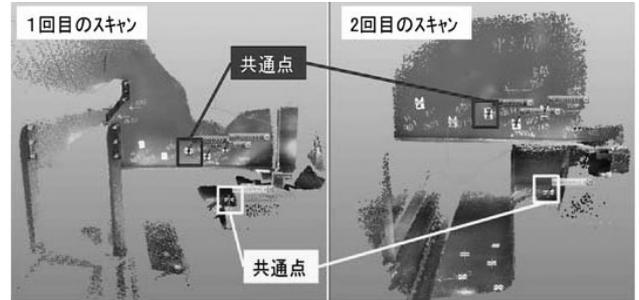


図-10 スキャンデータの結合

(3) 工夫・改善活動

半年間に、3Dハンディースキャナーを用いた現場計測を3回行い、それぞれの計測においてPDCAサイクルを回し、3Dハンディースキャナーの本格的な活用に向けて改善活動を行った。その改善活動について報告する。

現地計測1回目では、撮影要領が定まっておらず、対象物に対して距離を一定に保つよう平行に動きながら計測を行った(図-11)。その結果、撮影時にブレたり、撮影速度に緩急がついてしまったため、エラーが多く発生し、支点2か所の計測に30分かかった。

この課題について、撮影体勢や回数を減らす方法について検討した結果、体は動かさず腕だけを動かすように撮影方法を変更した(図-12)。

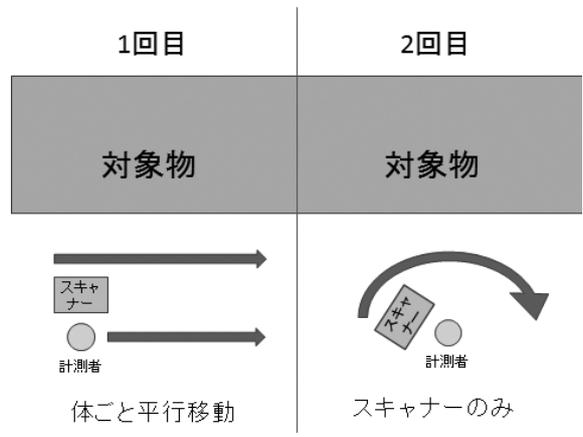


図-11 変更前

図-12 変更後

現地計測 2 回目で、前述の撮影方法に変更したところ、体の移動によるブレや、撮影速度の緩急がなくなり、一定の速度で撮影することができた。その結果、エラー回数が減少し、支点 2 か所を 10 分で撮影することができた。しかし、スキャンしたデータを持ち帰り、専用ソフトで処理する際、各スキャンデータを結合するために使用するマーカーが処理ソフトに認識されず、データの結合に 60 分以上かかってしまうという課題が残った。

この課題に対し、マーカーの設置方法を検討した結果、以下の 2 つの改善案を試すことにした。

1 つ目はマーカーのサイズを 1.5 倍にすることである (図-13)。マーカーを拡大すると、3D ハンディースキャナーがマーカー認識しやすくなると考え、サイズを 1.5 倍に変更した。2 つ目はマーカーを 3 面に配置することである (図-14)。マーカーの配置について、2 回目までの計測では、特に考慮していなかったが、過去のスキャンデータを見直したところ、マーカーの配置が対象物の 1 面のみであったことが多く確認できた。そこで、マーカーをできるだけ 3 面に配置することで、処理ソフトがそれぞれのマーカーの位置関係を把握しやすくなるだろうと考えた。

現地計測 3 回目では、前述の 2 つの改善案を実施した。マーカーのサイズを拡大したことにより、3D ハンディースキャナーもマーカーを認識しやすくなったため、計測時間も削減することができた。また、マーカーを 3 面に配置したことで、処理ソフトが別々の撮影データから同一マーカーを認識しやすくなり、3D データの結合が 30 分程度に減少した。

このように、PDCA サイクル (図-15) を回したことで徐々に改善はできているが、スキャンデータ処理後の作業 (断面画像作成・寸法計測) に時間がかかるという課題が残っている。今後はスキャンデータをそのまま 3D-CAD に変換し、寸法計測だけではなく部材や搬入機材の干渉確認を容易に行えるよう、検討、改善を図っていきたい。

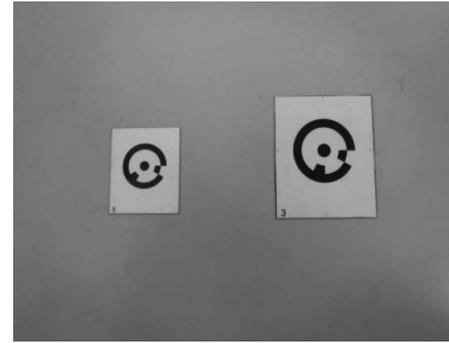


図-13 拡大マーカー (右)

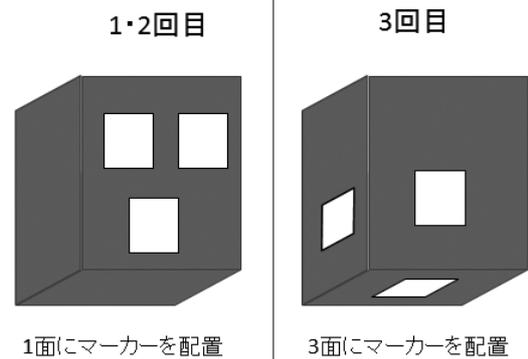


図-14 マーカーの配置

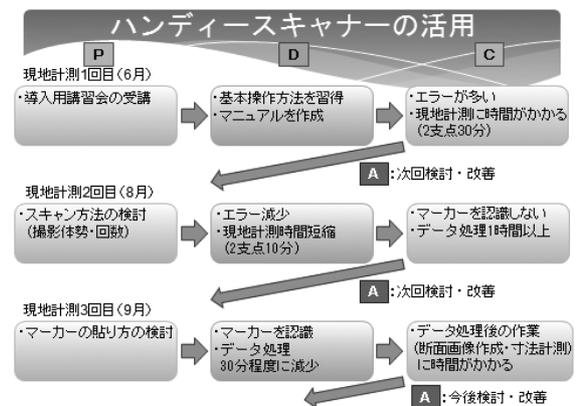


図-15 PDCA サイクル

#### 4. おわりに

現在、国土交通省は、平成28年を生産性革命元年と位置付け、i-Construction の導入を表明した。それに伴い、3D データの活用が急速に進んでいる。今後、現場計測だけでなく、設計から維持管理まで 3D モデリングを活用して、作業の効率化に取り組んでいきたい。

本論文では、維持補修の分野での活用例の 1 つとして、現地計測に 3D スキャンングを取り入れた事業を紹介した。