

維持管理分野における三次元技術の活用 Utilization of 3D Technology in Concrete Repair Maintenance and Management

○三浦 冬萌花*, ヒメネズエイプリル*, 川邊 翔平**, 森 充広**
○MIURA Tomoka, JIMENEZ April, KAWABE Shohei, MORI Mitsuhiro

1. はじめに

我が国の人口は2008年をピークに減少傾向にあり、ここ最近では1年間で64万人も減少している。これを受け建設業界のみならず様々な業界で人手不足対策、働き方改革、新技術の導入など、将来持続可能な社会構造の構築に向け努力がなされている。構造物維持管理においても2016年度よりCIM導入が推進されてきている。

しかしながら、維持管理分野での業務・工事においては、現存する構造物に対してのCIM適用であるため、各々の構造物特性、立地、施工条件等にあった適用方法をその都度考える必要があり、CIM適用は進んでいないのが現状である。

本稿では、CIM適用に必要な機材特性および特徴を整理し、S頭首工での試行事例を中心に、適用方法、三次元データの活用方法、課題について報告する。

2. CIM適用に必要な機材の特性

維持管理分野の現場で三次元データを取得するために使用されている機材と特徴を表-1に示す。

一般的に現場の三次元データを取得するには三次元レーザー scanner で点群を取得する方法と、デジタルカメラで画像を取得し画像から三次元モデルを作成する方法がある。前者は広範囲のデータを短時間で取得し形状を把握することが可能であり、データ処理に費やす時間も短い。後者は対象物や調査目的に応じて画像を取得する手段を選べ、損傷などの詳細な状況把握や形状計測が可能である。ただし、得られる情報は多いがデータ処理に時間を要する。各々の特性に応じて使い分けが必要となる。

表-1 三次元データ取得機材とその特徴

3D化手法	3Dデータ取得方法		
	全体計測		
	Case-1 3Dレーザー scanner	Case-2 一眼レフ、UAV	
適用範囲	距離 中距離(1.0~300m程度) 規模 広範囲、大型 具体例 橋梁全体、施設全体など	部材単位~近距離(1.0~50m) 対象物: 大~小 橋梁全体~小規模の部位まで	
計測手法	機材イメージ画像  三次元レーザー scanner	 一眼レフによる撮影 UAVによる撮影	
調査方法	地上設置型のレーザー scanner を使用して構造物全体の点群データを取得する。計測したい対象物が大型の場合は、scanner を10~15m程度の距離で設置してデータ取りを行う。後に専用ソフトを使用してデータどうしを結合する。	一眼レフを使用して対象物を撮影し、その画像を専用ソフトを使用して、三次元写真モデルを作成する。踏査での撮影が難しい場合は、UAVを使用して4K動画撮影し、その画像より三次元写真モデルを作成する。	
精度	機材 or ソフト	機材本体 ±1~2mm(10m先の対象物に対して(反射率により変化))	使用ソフト 使用ソフトにより様々
	データ結合時に生じる誤差	小~中規模 2~3mm程度 大規模 最大7mm程度: 経験値 適切でない対象物: 黒色の塗装面、つやのある面、水面	1~2mm程度: 経験値 ただし、撮影カメラ、使用ソフトにより誤差の出方に差を生じる。 適切でない対象物: 黒色の塗装面、つやのある面、水面、色合いが単調で変化のないもの(塗替え後の鋼部材、箱桁内のタール工事塗装面など)
一般的な特徴	評価	○	◎
	活用例	・ 既設構造物の寸法調査(復元設計) ・ 現場状況の把握(周辺状況、支障物、交差物等) ・ 剥落防止塗装範囲の検討に利用 ・ 線路内足場架設のための建築限界検討 ・ 3Dデータベースとしての利用など	・ 支取取壊に伴うアンカー位置計測 ・ 耐震ブラケット設置に伴う剛孔穴計測 ・ 鉄筋探索時の鉄筋位置図作成 ・ 橋脚形状の原寸調査 ・ コンクリート部材の損傷図作成 ・ 小規模橋梁の全体3D化 ・ 鋼部材の損傷部3D化 ・ 溶接形状の3D化
特徴	長所	・ 短時間でデータ取得が可能(一般的な1径間の橋梁であれば2人×1日) ・ 測り忘れがない。 ・ インハウスで細部にわたり計測可能 ・ 従来の測量結果に比べ利用範囲が広い。	・ 複雑な形状でも高精度な計測が可能。 ・ 短時間で計測が可能。 ・ 他の方法と比べて費用的には安価である。 ・ 現場では高価な機材は使用せず手軽。
	問題点	・ 機材が非常に高価である。 ・ データ処理に若干の時間を要する。 ・ ハイスペックパソコンが必要。	・ 使用ソフトにより、精度が異なる(癖がある)ため使用目的により使い分けが必要。 ・ データ処理に時間を要する。 ・ ハイスペックパソコンが必要。

*株式会社補修技術設計, Infrastructure Renewal Engineering Co.Ltd. , **国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構, National Agriculture and Food Reserch Organization(NARO),
キーワード: 三次元レーザー scanner, 自律飛行型 UAV, 三次元モデル上点検

3. S 頭首工での試行概要

農業用水の取水施設である頭首工の三次元モデルを作成した。目的としては、現場三次元データの取得方法、三次元モデルの計測精度、画像鮮明度、活用方法などを検討する基礎資料とすることを目的とした。

現場三次元データ取得方法としては、まず全体像を三次元レーザースキャナー(写真-1)で現場データを取得し、その後、自律飛行型 UAV(写真-2)を使用して画像(動画)データ、大型 UAV を使用して赤外線画像データを取得し2日間で調査を終えた。取得したデータは後の維持管理に利用できるように、時系列でのデータの重ね合わせが行える三次元汎用ソフトで編集し、全体モデルと損傷部位に着目したモデルを作成した。

4. 結果および課題

全体モデル(図-1)、損傷部位モデル(図-2)ともに、三次元モデル上で点検できるモデルを作成できた。特に損傷部位については、対象部位までの撮影距離を変えることにより目的に応じた鮮明度や計測精度(1mm 単位で計測が可能)を得られることを確認した。また、調査時期の異なる三次元モデルを対比して動画(図-4)を作成することにより損傷の進行具合も容易に把握できることを確認した。

赤外線画像の取得は、従来はハンディタイプの赤外線カメラを使用し調査を行っていたが、UAV に搭載の場合、対象物に対して条件の良い位置に移動できるため、精度の良い検出が可能である。

課題としては、三次元モデルの成果を提出する際に閲覧用ソフトと一緒に提出は可能であるが、高性能パソコンやソフトが必要となるなど CIM 推進に足かせとなる。三次元成果として、発注者・受注者間でどのようなデータの受け渡しを行えばお互いの負担が少なくなるかを十分検討する余地がある。

5. おわりに

三次元は視覚的に非常にわかりやすく表現できるのが最大のメリットであり、2 度目以降の調査ではコストを大幅に削減できる可能性を持っている。今後も機会を持ち提案していきたい。

謝辞：本研究の一部は、農林水産省スマート農業技術の開発・実証プロジェクト（うち国際競争力強化技術開発プロジェクト）「農地基盤のデジタル化によるスマート農業の機能強化技術の開発」により実施した。



写真-1. 3D レーザースキャナー



写真-2. 自律飛行型 UAV



図-1. 全体モデル(点群+SfM モデル)



図-2. 損傷部位モデル(SfM モデル)

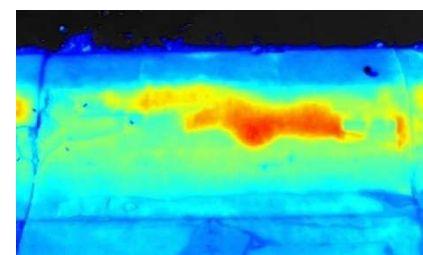


図-3. 固定堰赤外線画像

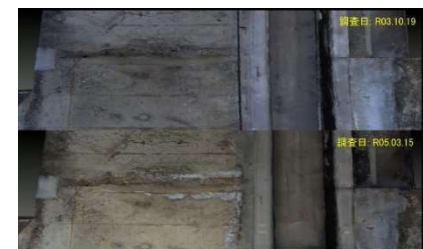


図-4. 過年度調査との対比