

橋梁補修設計において効率的に3次元モデルを作成する手法検討

八千代エンジニアリング株式会社

正会員

○Shranay Sthapit

同上

正会員

小原 淳一

同上

非会員

上田 浩章

同上

正会員

塚崎 翔太

1. はじめに

日本は現在労働人口の減少及び高齢化によって人手不足の問題が深刻化しており、BIM/CIM活用による生産性向上が求められている¹⁾。しかし3次元モデルを作成するためには、労力と時間を要する。特に橋梁補修設計においては既設橋の図面があることは稀であり、既設橋の3次元モデルを作成する場合、補修に必要な各部材を現地計測の上モデル化する必要があり、必要以上に手間がかかる。また、近年3次元計測技術において点群データを取得する技術も向上している。しかし、点群データはx,y,zの座標を持つ点の集まりであり、点群だけでは3次元モデル(サーフェスやソリッド)を作成することができない。そこで、ここでは橋梁補修設計において局所的な部位に対して点群データを取得し、3次元モデルを効率的に作成する手法について検討した。

検討に用いる機種は、従来の点群計測方法より容易に3次元モデルを取得できるハンディスキャナー等を

用いる手法と多くの写真や動画データから点群を取得し3次元モデルを作成する写真計測用ソフトウェア(3D Fゼファー)を用いたSFM(Structure from Motion)手法について検討を行った。

2. ハンディスキャナーの比較

(1) 精度検証

今回、検討に使用した点群計測機器およびその精度比較を図-1および表-1に示す。写真-1に示す支承付近の点群を取得し、3次元モデルを作成した後、精度検証および操作の容易性について検討した。その結果、iPad LiDARでは大まかな形状は計測できたが、支承周りのボルト径などの詳細な形状はモデル化できなかった。一方、ミニハンディスキャナーは、詳細なボルト形状などもモデル化が可能であるが、操作の容易性にはやや劣ることが分かった。ただし、計測は全て機器の操作に不慣れた技術者が実施したため、熟練した技術者が使用すれば精度が上がるのが期待される。

表-1 計測機器の比較

機器名	iPadPro LiDAR	ハンディスキャナー F6 SMART	ミニハンディスキャナー Revopoint										
計測結果 (メッシュ)													
特徴	計測後アプリ内で3次元モデルを作成	PCソフトで処理後に3次元モデルを作成	計測後アプリ内で3次元モデルを作成										
メリット	計測中のモデルを確認でき、容易にモデル化できる。構造物の全量をモデル化するには最適。	支承周りであれば全景もモデル化でき、ボルト径なども計測できる。ウェブ・フランジのエッジも抽出可能。	ボルト径や細かい表面の凹凸などまで計測可能であり、ウェブ・フランジのエッジは明確に抽出可能。										
デメリット	ボルト径など、細かい計測は不可能であり、粗いモデルのみが作成可能。	機器の大きさによって、支承の後ろに回り込むのが困難なため、計測できる範囲に制限がある。	ハンドリングが難しい。手振れに敏感なため、急な動きを検知した場合はモデル作成が失敗し、再計測する必要がある。										
精度	粗		細										
最大計測可能距離	約5.0m(大)		約2.5m(小)										
精度検証	[単位:mm]	スキャナ値	実測	エラー※1	平均エラー	スキャナ値	実測	エラー※1	平均エラー	スキャナ値	実測	エラー※1	平均エラー
	① PL22板厚	計測不可	22	-	5	24	22	2	4	21	22	1	3
	② PL22板幅	計測不可	350	-		計測不可	350	-		計測不可	350	-	
	③ ボルト厚	計測不可	26	-		30	26	4		28	26	2	
	④ ボルト径	計測不可	36	-		31	36	5		31	36	5	
	⑤ 支承高さ	135	140	5	136	140	4	計測不可	140	-	計測不可	300	-
	⑥ 支承幅(横軸)	計測不可	300	-	計測不可	300	-	計測不可	300	-			

※1 計算: エラー= |(スキャナ値)-(実測)|



写真-1 計測箇所



(a) iPad Pro



(b) F6SMART

(c) Revopoint

図-1 計測機器

キーワード 3次元モデル, 点群計測, SFM, 精度検証, BIM/CIM, 橋梁補修設計

連絡先 〒111-8648 東京都台東区浅草橋 5-20-8 CSタワー TEL03-5822-7057

(2) 適した活用場面

全ての計測機器はポータブルであり、人間による操作が必要となるため、局所的な支承周りなどのモデル化に適している。また、地上波レーザースキャナやドローン等では計測が困難な部位への適用が有効と考える。

3. S F Mによる3次元モデルの取得方法

(1) 撮影枚数および解像度による影響

S F Mは点群を取得するための特殊な機器は不要である。スマートフォンや一眼レフカメラなどで撮った画像を利用するため、計測手順に関する専門知識が不要で手軽に3次元モデルを作成できる。ただし、S F Mの場合は画像の解像度および使用する画像の枚数が大きく結果に影響を与える可能性があるため、その影響確認を表-2のケースで行った。

検証結果を表-2に示す。写真の枚数は30枚未満では形状の欠損が確認されたが、30枚以上ではモデルの精度に大きな影響はなかった。一方、解像度については図-3に示す通り、高解像度(1200万画素)でエッジラインが明確になりモデル化としては有効であった。結果、写真の枚数より解像度が重要であり、解像度が低い場合は近接して撮影枚数を増やす対応が必要である。

(2) 適した活用場面

S F Mは画像の解像度に依存するため、カメラから遠い構造物は粗くモデル化される傾向がある。そのため、S F Mは図-4のように全方向から撮影できる中小規模の橋梁や、図-5のような局所的モデル、図-6のようなトータルステーションが設置不可能箇所のモデル化に適している。ただし、モデルの縮尺を設定するためには現地で複数箇所の寸法を計測する必要があり、モデルに座標を付与するためには測量が必要となる。

4. おわりに

今回は、ハンディスキャナーおよびS F Mによる簡易な3次元モデルの作成方法を検討し、適している活用場面を検証した。結果、ハンディスキャナーは主に局所的な部材のモデル化に適しており、S F Mはこれに加えて中小規模の橋梁やトータルステーションの設置不可能箇所のモデル化に適していることが分かった。これらの方法は既設構造物の形状把握に効果があることから、BIM/CIMの維持管理への活用が今後期待される。

参考文献

1) 国土交通省:BIM/CIM活用ガイドライン(案), 2022. 3

表-2 S F Mの写真の枚数および解像度の影響

モデル名	写真枚数	画素数	結果
S20-1200	20	1200万	一部形状が欠損
S30-1200	30	1200万	エッジラインが最も明確
S50-1200	50	1200万	エッジラインが最も明確
S50-80	50	79万	形状は問題なく再現
S50-50	50	48万	表面がやや粗い

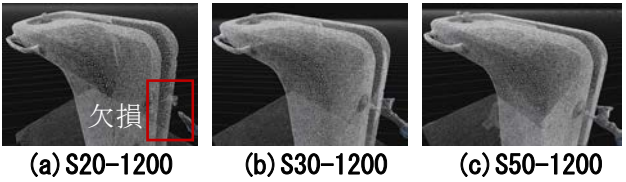


図-2 写真の枚数によるモデルの比較

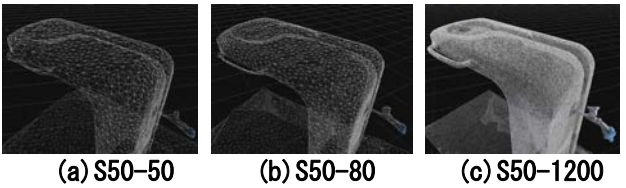


図-3 写真の解像度によるモデルの比較

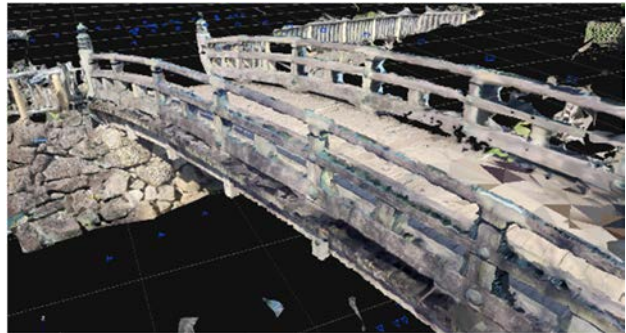


図-4 橋梁モデルの計測



図-5 支承の計測

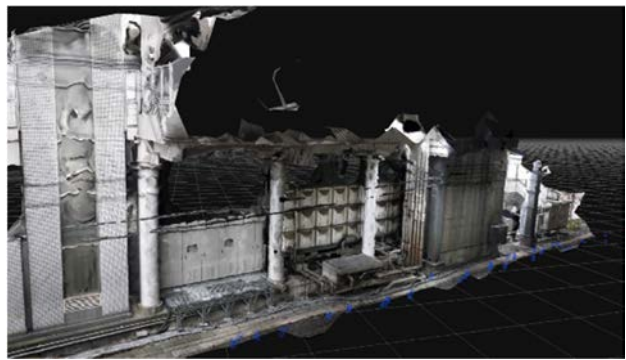


図-6 トータルステーション設置不可能箇所