

実橋の流体力解析のための3D レーザースキャナーによる現地計測

呉工業高等専門学校 学生会員 ○原 拓矢

呉工業高等専門学校 正会員 河村進一

1. はじめに

平成30年7月豪雨や令和元年台風19号のように、洪水による橋梁の橋脚・橋台の洗堀による損壊・沈下だけでなく、橋桁の流失などの大きな被害が発生し、復旧に長期間を要する事例も多くなっている。洪水流が橋桁に達した場合に、橋全体に大きな流体力が作用することは容易に想像できるが、現在の橋梁の設計では計画高水位より高い位置に橋桁を設置することになっており、計画高水位を越える洪水の流体力について設計上考慮されていないのが現状である。現地の状況を詳細に計測して橋梁と河川の形状を考慮した流れのシミュレーションを行うことができれば、既設橋梁の洪水流による橋梁の崩壊形態やその発生メカニズムを検討することができると考えられる。そこで本研究では、橋梁の周りの流れのシミュレーションを行うことを目的として、3D レーザースキャナーを用いた計測を行った。

2. 計測概要

OpenFOAM のライブラリを用いて、非圧縮性・等温・非混合性の2流体/界面捕獲法に基づくVOF法による流体シミュレーションを行うことを想定して、堤防など河川の形状を含めた橋梁周辺の3Dモデルを作成することを目指す。

使用したレーザースキャナーは表1に示すLeica製BLK360である。使用機器の構成は図1に示すように、計測現場にBLK360を設置し、iPadを無線LAN接続してiPad内のReCapソフトウェアから計測する。計測後、持ち帰ったiPadとパソコンをケーブルで接続し、iPadに記録されたデータをパソコンのReCap上に転送しデータ処理を行う。

3. 計測結果と考察

(1) JR 呉線ー広西大川橋梁

橋梁の下にスキャナーが設置できる場合を想定して、広西大川橋梁の計測を行った。スキャナー設置位置は図2に示す計3箇所、測定時間は20分であった。測定結果の点群データを図3に示す。この計測結果から、主桁、対傾構、橋台などの部材が、点群として計測出来ていることが分かる。従って、橋梁の下にスキャナーが設置できる場合の計測において下部構造および堤防の形状のデータが得られることが分かった。

キーワード 橋梁, 計測, レーザースキャナー, 3D モデル

連絡先: 〒737-8506 呉市阿賀南2丁目2番11号 呉工業高等専門学校 河村進一 s-kawamura@kure-nct.ac.jp

表1 レーザースキャナーの仕様

寸法・重量	直径 100mm, 高さ 165mm・1 kg
レーザークラス	1 (IEC 60825 - 1 : 2014)
スキャン範囲	水平 360° / 鉛直 300°
測定範囲	最小 0.6m ~ 最大 60m
測距制度	4 mm@10m / 7 mm@20m
スキャンモード	Low (20mm@10m) Mid (10mm@10m) High (5mm@10m)
内蔵カメラ	1500 万画素 3 カメラシステム, HDR, 360×300 LED フラッシュ
スキャンスピード	約 3 分 (フルドームスキャン & 全天球及びサーマル画像)



図1 機器の概略図



図2 広西大川橋梁のスキャナー設置位置

(2) 豊栄橋

豊栄橋のスカナー設置位置を図4に示す。この計測では、河川に降りることなく周辺の護岸の形状を含めた橋梁の計測を目指し、計6点の計測で計測時間は1時間であった。スカナーの設置位置を3～6番のように橋面上に1点と河川の両岸にスカナーを設置することで、両岸の護岸の形状と橋脚・橋台や橋桁の形状を計測可能とした。

図5に豊栄橋の計測による点群データを示す。橋梁の大まかな形状、舗装部や高欄および両岸の護岸が計測できている。特に河川に降りることなく地上からの測定のみで、橋台・橋脚や形状も計測が行えることが重要である。しかしながら、橋梁上面でも計測時に自動車が行っている部分はデータの計測ができていない。また、水面はレーザーが乱反射するため計測できず、その下にある川底の形状も不明である。

実際の橋の計測を通して、現場での作業が比較的短時間となり、簡単なワンタッチ操作による作業量軽減、危険箇所に近づくことなく計測できるため作業の安全性向上などが3Dレーザースキャナーの有用性として挙げられる。

(3) 点群から3Dモデル生成

豊栄橋の点群計測結果をもとに3Dモデルの自動生成について検討した。3Dモデル生成のためにAutoCAD Civil 3Dの地盤サーフェス機能を用いた。計測時に橋梁上で車が走行していた部分や川の水面で点群が計測できていなかったため、当然ではあるが、その部分に面が自動生成されず、穴が開いたような3Dモデルが生成されたことが分かる。また、Civil 3Dの地盤サーフェス機能は、地盤が上下方向に1つの面でできていることを前提としたモデリングを行っているため、橋の上部構造の下に橋台・橋脚や河川があるような橋梁周辺の形状の点群データから3Dモデルを自動生成することは難しいということも分かる。また、流体解析が必要となる河底の形状を自動で作成することができないことから、手間はかかるが一部手作業による点群データの修正が必要である。

4. まとめ

3Dレーザースキャナーを用いて既設橋梁周辺の計測を行った。計測方法に関しては、両岸の堤防などの形状を計測する場合は橋の上または河岸からの計測を行い、橋の下の橋台・橋脚を計測する場合は両岸の距離間が3Dレーザースキャナーの計測可能距離内である場合に計測が行えることが分かった。3Dモデル作成に関しては、手作業で修正しながら作成する必要があることが分かった。

謝辞：本研究はJSPS科研費JP19K04959の助成を受けたものである。



図3 広西大川橋梁の点群データ

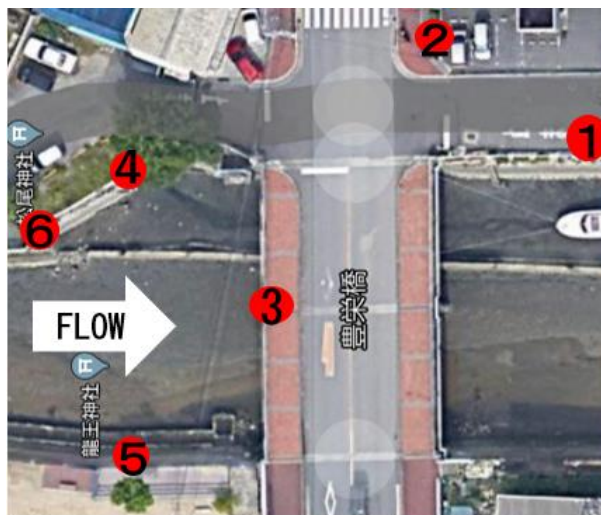


図4 豊栄橋のスカナー設置位置

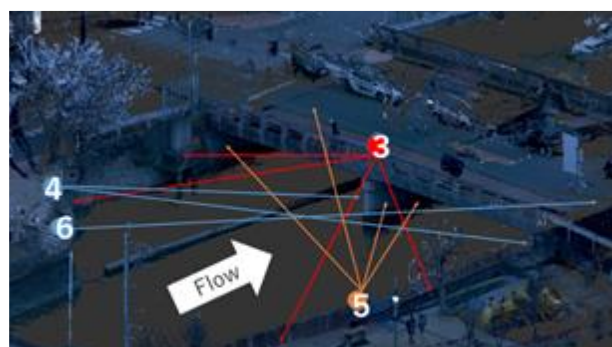


図5 豊栄橋の点群データ



図6 豊栄橋の地盤サーフェス作成結果