

## 地上レーザスキャナによる実大高架橋試験体の三次元計測

日本大学 学生会員 ○赤間 大樹 日本大学 正会員 仲村 成貴 荒巻 卓見  
 JFE エンジニアリング 正会員 瀬尾 高宏 水域ネットワーク 正会員 荒川 洋  
 大阪産業大学 正会員 久保寺貴彦

## 1. はじめに

近年の三次元データ計測技術の進展は目覚ましく、実在構造物の形状を比較的精度良く把握できることが報告されている<sup>1)</sup>。インフラ施設の老朽化が進む中、三次元データを活用して構造物の性能を把握できるようになれば、これまでよりも効率的に維持管理に資する資料が得られると考えられる。そこで本研究では、実大規模の高架橋試験体を対象とした三次元データ計測を実施し、得られた三次元データから数値解析モデルを作成することで、対象試験体の力学特性を把握することを目指す。まず本稿では、静的載荷実験<sup>2)</sup>および振動実験<sup>3)</sup>を別途に実施した。実大高架橋試験体を対象として、レーザスキャナで三次元データを計測した結果について報告する。

## 2. 対象試験体と現地計測の概要

本研究で対象とする実大高架橋試験体 2 体（試験体 A, B）を写真 1 に示す。高さは試験体 A で約 1.6m, 試験体 B で約 3.4m, 幅は両試験体とも 2.6m である。厚さは 6~22mm の範囲で場所により異なる。

## 2.1 標定点の座標値観測

地上レーザスキャナでの計測に先立ち、地表と試験体に標定点を設置した。図 1 に試験体周辺に設置した地表標定点 5 点 (S1~S5) の配置を示す。各地表標定点の座標は、GNSS 測量によってそれぞれ計測した。用いた主な測量器はトプコン社製の GB-3+GDD であり、測量方法にはネットワーク型 RTK 測量を採用した。試験体標定点として、両試験体にそれぞれ 10 箇所の試験体標定点を設置した。試験体評定点の座標は、地表標定点に TS を設置して計測した。用いた測量器はトプコン社製の ES-105F である。地表標定点から試験体標定点までの距離はいずれも 15m 以上であり、仕様上は地上レーザスキャナでの計測に支障が無いことを確認している。



写真 1 試験体の全景  
(A: 左側, B: 右側)

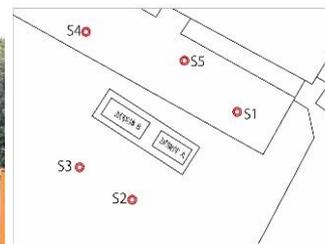


図 1 地表標定点の配置



図 2 レーザスキャナによる三次元点群モデル

## 2.2 地上レーザスキャナによる点群データ計測

地上レーザスキャナを地表標定点に順次設置することで、試験体 A および B の周り 360° からの点群データを計測した。用いた測量器はトプコン社製の GLS-1500 である。GNSS 測量によって得られた座標値をレーザスキャナに入力した後、4 パターン点群データスキャン密度 (2mm, 5mm, 10mm, 15mm) で順次計測した。

## 3. 三次元モデル

地上レーザスキャナによる計測データから三次元モデルの作成およびその後の処理には、Autodesk 社の Recap 2019 と Civil 3D 2019 を用いた。一例として、点群密度 2mm のデータを用いて作成した三次元点群モデルを図 2 に示す。Civil 3D 2019 上で三次元点群モデルから試験体形状を抽出するにあたり、まず三次元点群モデルにおいて自動的に面と認識された部分を手動選択し、次に 2 つ以上の面が接する線を認識できた場合は自動抽出した。2 つ以上の面が接する線を認識できない部分については手動で線を設定した。得られた三次元 CAD モデルを図 3 に示す。同図には Civil 3D

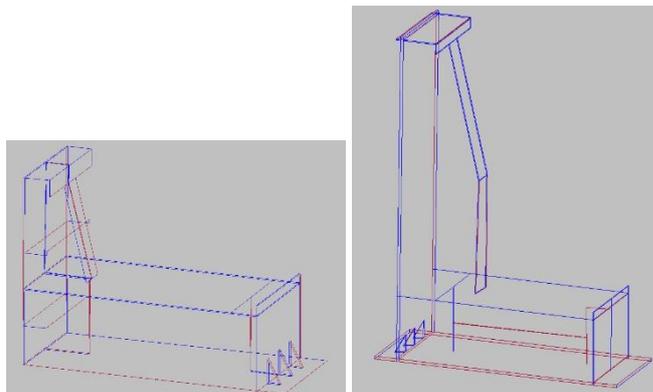
2019 で自動認識できた線を赤色，手動設定した線を青色で示している．両試験体とも下面については一部の側面で自動認識できた．なお，他の点群データ密度で計測した結果についても同様に処理したが，点群密度 2mm の結果が最も良好に試験体形状を把握できた．

4. 三次元モデルの寸法測定結果

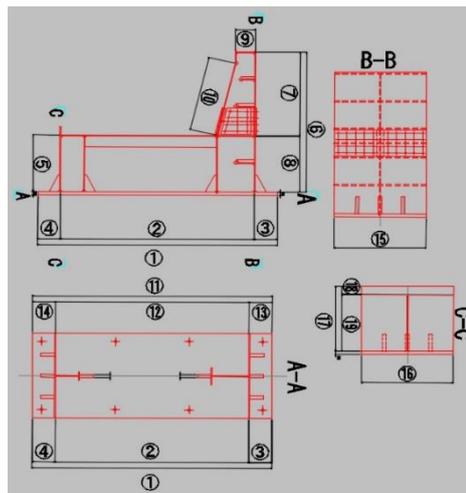
図 3 の三次元 CAD モデルにて部材寸法を Civil 3D 2019 上で計測した．図 4 に組立図を示す．組立図に記載された寸法を正值とし，三次元 CAD モデルでの計測値と TS による試験体標定点の測定値，および正值との相対誤差を表 1 に示す．表中の丸囲み数字は図 4 に示す組立図の数字に対応し，「-」は測定ができなかったことを示す．また TLS は地上レーザスキャナによる測定結果を示す．相対誤差 1%未満で計測できた箇所が多数あった．相対誤差は試験体 A で最大 3.1%，試験体 B では最大 29%と評価された箇所もあった．また，表中の赤色部分と青色部分は，図 3 に示した線の色に対応させている．自動認識できた赤色箇所であっても板厚のように寸法が小さい部分（試験体 B の⑫）では，正值との相対誤差が非常に大きく評価された．

5. まとめ

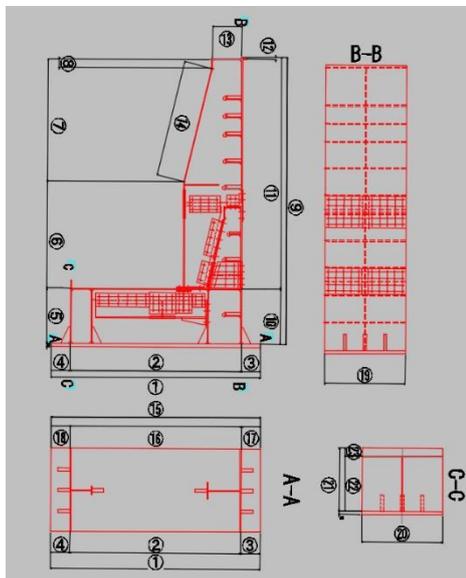
実大高架橋試験体を対象としてレーザスキャナにより三次元データを計測した結果，点群データ処理の過程で手動作業を要したものの，試験体形状をある程度把握できることを示した．対象試験体では，UAV やデジタル一眼レフカメラを用いて静止画像を撮影しており，今後は SfM による結果についても検討する予定である．



(1) 試験体 A (2) 試験体 B  
図 3 三次元 CAD モデル



(1) 試験体 A



(2) 試験体 B

図 4 組立図

表 1 組立図との比較

(1) 試験体 A							(2) 試験体 B							
位置	寸法(mm)		差(mm)		相対誤差(%)		位置	寸法(mm)		差(mm)		相対誤差(%)		
	組立図	TS	TLS	TS	TLS	TS		組立図	TS	TLS	TS	TLS	TS	
①	2600	-	2604	-	-4	0.15	①	2600	2604	2603	-4	-3	0.15	0.12
②	2100	2092	-	8	-	0.38	②	2122	2124	-	-2	-	0.09	-
③	251	-	-	-	-	-	③	239	234	-	5	-	2.1	-
④	249	250	-	-1	-	0.40	④	239	246	-	-7	-	2.9	-
⑤	666	664	-	2	-	0.30	⑤	666	668	-	-2	-	0.3	-
⑥	1647	1654	-	-7	-	0.43	⑥	1285	1202	-	83	-	6.5	-
⑦	980	971	-	9	-	0.92	⑦	1470	1517	-	-47	-	3.2	-
⑧	657	674	-	-13	-	2.6	⑧	100	101	-	-1	-	1.0	-
⑨	221	224	212	-3	9	1.4	⑨	3451	3415	-	36	-	1.0	-
⑩	867	857	-	10	-	1.2	⑩	667	668	-	-1	-	0.15	-
⑪	2600	-	2597	-	3	0.15	⑪	2784	2748	-	36	-	1.3	-
⑫	2100	2096	-	4	-	0.19	⑫	21	27	-	-6	-	29	-
⑬	251	-	-	-	-	-	⑬	363	346	-	23	-	4.7	-
⑭	249	251	-	-2	-	0.80	⑭	1401	1452	-	-51	-	3.6	-
⑮	1000	1000	989	0	11	0.00	⑮	2600	2609	2599	-9	1	0.35	0.04
⑯	1000	1001	988	1	12	0.10	⑯	2122	2128	-	-6	-	0.28	-
⑰	762	757	-	5	-	0.66	⑰	239	234	-	5	-	2.1	-
⑱	96	93	-	3	-	3.1	⑱	239	246	-	-7	-	2.9	-
⑲	658	655	-	3	-	0.46	⑲	1000	1002	986	-2	14	0.2	1.4
							⑳	1000	1004	981	-4	19	0.4	1.9
							㉑	762	751	-	11	-	1.4	-
							㉒	667	668	-	-1	-	0.15	-
							㉓	96	83	-	13	-	14	-

参考文献 1)久保寺貴彦, 政晴尋志, 里見裕己, 河合純也: SfM と TLS による三次元建物モデルの TS に着目した精度の検証と向上, 土木学会論文集 F3(土木情報学), Vol.73, No.2, pp.II\_1-II\_6, 2017, 2)松原瑞希, 仲村成貴, 荒巻卓見, 瀬尾高宏: 静的載荷実験と数値解析に基づく実大高架橋の力学特性把握, 第 46 回土木学会関東支部技術研究発表会 (投稿中), 3)鈴木: 振動計測に基づく実大高架橋試験体の損傷有無と振動特性, 第 46 回土木学会関東支部技術研究発表会 (投稿中)