

## 歴史的価値が高いトラス橋の3D 地上型レーザスキャナによる計測事例

群馬工業高等専門学校 環境都市工学科 正会員 濱本 朋久  
 関東測量株式会社 技術部 正会員 ○小林 雅人  
 関東測量株式会社 技術部 正会員 大橋 祥子

## 1. はじめに

土木構造物として、高度経済成長期に建設された橋梁は現在では高齢となり、各橋梁管理者は長寿命化計画を策定し鋭意橋梁点検などの維持管理を実施している。例えば、既設橋梁の改修工事において竣工図の紛失や図面があったとしても施工誤差やその後の修繕工事等によって当初の図面通りの寸法や形状で改修設計をすることは非常に難しい状況である。加えて、山岳橋梁・文化財施設や災害復旧時など現場計測が非常に困難である作業環境では、現場計測の安全性や非接触の計測対象物などの高精度な計測技術が求められている。一方、レーザスキャナは計測場所が限定されず、ノンプリズムで大量点群データを取得できる計測方法であり、近年は適用事例が増えている。また、レーザスキャナの種類は地上型レーザ・航空レーザ・MMS（モバイルマッピングシステム）の3つに大別され、従来計測である単点ではなく、ごく短時間に大量かつ面的な3D空間の点群座標を精度良く取得できる計測技術である。そこで、本検討では歴史的価値が高いトラス橋を対象に、3D 地上型レーザを用いて、維持管理に必要な基礎データを構築する目的として、構造図の作成に必要な点群データの計測およびデータ密度の精度検証を実施した。

## 2. 3D 地上型レーザスキャナの特徴

3D 地上型レーザスキャナの計測方法は、スキャナから照射されたレーザによって対象物の空間位置情報を取得する計測である。本計測機器はTOF（タイム・オブ・フライト）方式であり、計測対象物にレーザ光線を照射してレーザが返ってくるまでの時間を測定し距離に換算する方式である。地上型レーザスキャナの特徴は①現場作業（時間・人員）の大幅削減、②立入不可や非接触物のデータ取得（安全の確保）、③あらゆる角度からデータの取得、④複雑な形状の計測が可能などである。次に、本計測に使用した機器<sup>1)</sup>を写真-1に示す。

写真-1 GSL-2000<sup>1)</sup>

## 3. 歴史的価値が高いトラス橋の特徴および現地調査結果

1901（明治34）年に架設された歴史的価値が高いトラス橋<sup>2)</sup>を対象に、橋梁直下から河床面までの高さが約22mを有する急峻な斜面上に橋台が設置され、右岸側をA1橋台と設定した（図-1参照）。また、この橋梁は当時の状態で移設再利用され現在も活躍しており、トラス橋の構造形式は典型的な米国式のペンシルバニア型ピン結合を有する下路曲弦分格プラットトラス桁である。さらに、下弦材と斜材の引張り部材にはアイバーと呼ばれる両端にピンを通す穴をもつ帯鋼を使用しているのが特徴である。現地調査結果より、主桁の構造諸元として、桁長は69.00m、支間長は68.24m、支間中央部の主桁高さは11.40mを再確認した。現地の計測条件として、現地足場の設置が非常に困難な周辺環境である。

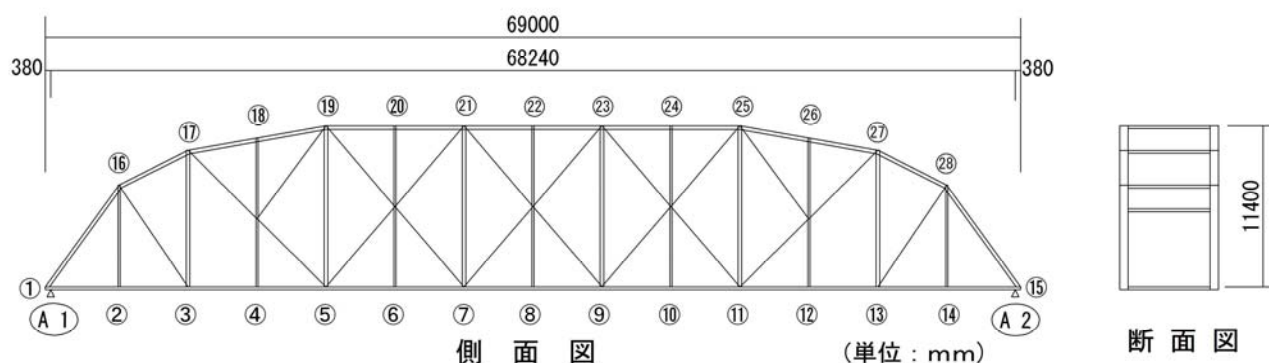


図-1 トラス橋の現地調査結果

キーワード：3D 地上型レーザスキャナ、トラス橋、土木遺産、精度検証

連絡先：〒371-0031 群馬県前橋市下小出町3-2-7 関東測量株式会社 TEL：027-233-2112 E-mail：kobayashi\_m@kantous.co.jp

表-1 計測条件一覧

| 計測ポイント   | 点群解像度      | 対象距離    | 点群密度      | 計測部材の範囲               |
|----------|------------|---------|-----------|-----------------------|
| 上流部の既設橋  | 3.1mm/10m  | 70m     | 21.7mm    | 上流部側面および上面            |
| 橋の中央部    | 12.5mm/10m | 3m~20m  | 4~26mm    | 3m から 20m 程度全周（上支材含む） |
| 橋の右岸側 A2 | 〃          | 5m~20m  | 6~26mm    | 5m から 20m 程度          |
| 橋の左岸側 A1 | 〃          | 5m~20m  | 6~26mm    | 5m から 20m 程度          |
| 下流部右岸側   | 〃          | 10m~40m | 12.5~50mm | 下流部右岸側から下流部側面(2分割計測)  |
| 橋の真下     | 3.1mm/10m  | 20m~50m | 6~15mm    | 橋底面の全周                |

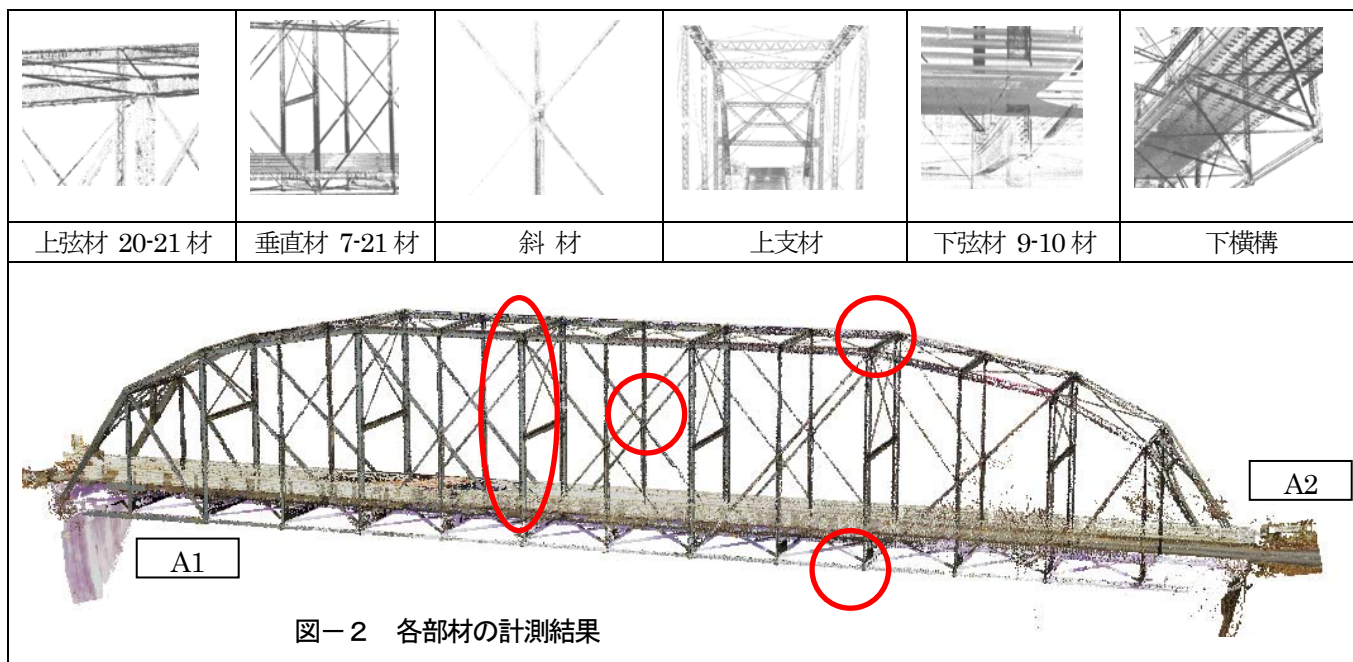


図-2 各部材の計測結果

#### 4. 計測条件およびトラス橋部材の計測結果

3D 地上型レーザスキャナの計測条件を、表-1 に示す。また、各部材の計測結果を、図-2 に示す。現地で選定した計 6 点の基準点から計測を実施し、すべての点群に公共座標 (X・Y・H) を設定した。点群解像度は 5 種類あり、今回の計測は計測精度を向上する目的で 10m 当り 3.1mm と 12.5mm の解像度を選択した。全体の計測結果は点群データ総数が 1,200 万点となり、重複している箇所が多い結果となった。点群データが多くなった要因として、基本的に対象面と直角な基準点の選定が望ましいが、計測角度が斜めになった下流部左岸側の側面はデータ密度が疎となり、反射角の関係で計測精度が劣った結果となった。さらに、上流部側面では、計測距離および計測角度が計測精度に影響していたと考えられる。今後は、重複データ点を間引きすることでデータ密度を平均化することが可能である。今回の計測では、急峻な地形に建設された橋梁の下面データが計測でき、立入不可の橋梁調査にも有効と考えられる。今回の計測結果では、レーザスキャナで計測する位置により点群データ総数が増え、密度のばらつきが確認できた。しかし、計測足場の設置が困難な現場環境を有するトラス橋の各部材に関する有用なデータ密度は概ね確認できたと考えられる。

#### 5. おわりに

本調査の結果は、歴史的価値が高いトラス橋を対象に 3D 地上型レーザを用いて構造図の作成に必要な点群データの計測およびデータ密度の精度検証を実施した。計測結果より対象物に対する距離および反射角が精度に重要な要素であることが確認できた。また、計測対象部位のエッジに関しては、光波測距儀を用いて計測点の補間を図る必要があると考えられる。加えて、山岳橋梁では側面や上面への計測が課題となる。そのため、マルチコプターに一眼レフカメラまたは簡易レーザスキャナ等を搭載し計測を行う併用法も今後検討していく予定である。

#### 参考文献

- 1) 株式会社トプコンソキアポジショニングジャパン：3D Laser Scanner, GLS-2000
- 2) 土木学会関東支部群馬会：ふるさと群馬の土木史を訪ねて 群馬の土木技術, pp51-53, 2009. 5.