

3Dレーザースキャナーによる計測調査の活用

Utilization of Measurement Survey with 3D Laser Scanner



熊谷 友良^{*1}
Tomoyoshi KUMAGAI

要 旨

新設工事・保全工事における計測調査は必要不可欠な工種である。しかし、正確な計測には膨大な時間と人員を要し、高所作業等の危険が伴う。このような背景の下、直接対象物に触れずに計測する3次元計測を保全工事現場にて活用し、その有効性を確認した事例を本稿にて報告する。

キーワード：3次元計測，計測調査，3Dレーザースキャナー，SCENE

1. はじめに

これまでの計測調査の多くは、測量器を用いた人の手によるものが大半と思われる。正確に計測が行える反面、調査・図化にかかる時間、人員は膨大であり、簡易足場等を使用した調査が困難な箇所では、墜落の危険を伴うことも少なくない。特に保全工事においては、既存構造物が多くあるため、足場の設置が困難な狭隘箇所での調査を強いられていた。このような背景の下、近年、対象物に近寄らず計測を行える3次元計測が徐々に普及しており、当該技術の有効性を確認する意図を含め、保全工事の現場にて3次元計測、図化を行った。

本稿ではその技術の概要および活用について報告する。

2. 3次元計測の使用経緯

設計図書を紛失した跨線橋の保全工事において、事前調査が不十分な設計の照査を行う事例も少なくない。通常、設計照査に対し必要な計測を行うため、事前に計測調査を行うが、調査に必要な足場の組立、線路内作業の申請が必須であり、調査が終わるまでに数ヶ月かかることも珍しくない。

工期が短い現場では短期間に作業を行う必要があり、

計測忘れ・ミス、危険対策が疎かになりやすい。

3次元計測を使用した今回の現場も設計図書を紛失した跨線橋（写真-1）の保全工事（図-1）であり、落橋防止構造・変位制限構造を設置するため、設計照査を行うのに必要な跨線橋の全体像を把握するため、短時間で計測が可能な3次元計測を行う運びとなった。



写真-1 3次元計測対象橋梁

^{*1} 工事本部鉄構・保全工事部鉄構・保全工事グループ副主任

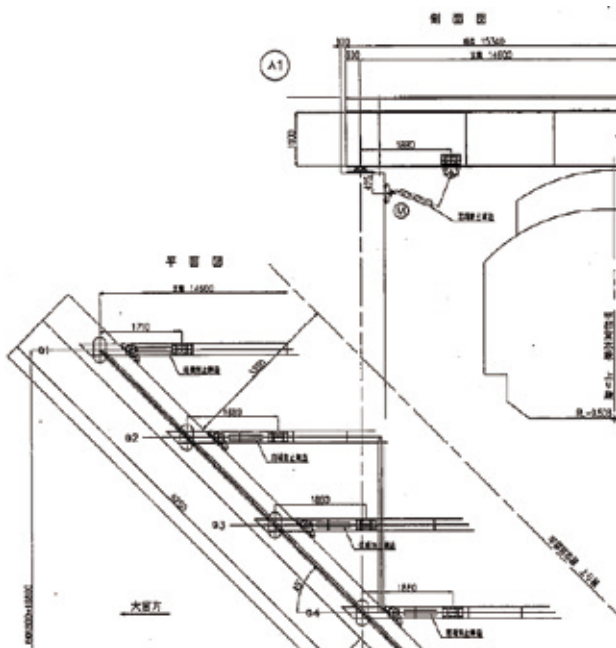


図-1 設計図の一部 (側面図・平面図兼一般図)

3. 3Dレーザースキャナーの概要

3Dレーザースキャナーは3次元計測方法の1種であり、三脚を立てて機器を据え、対象物に向けレーザーを発し、反射して戻ってくるまでの時間差で対象物との距離を計測する。今回使用したZOLLER社のZF-Laserでは、レーザーは200m先まで届くが、精度が±1mm/20mのため、計測距離を20m以内に収めるのが好ましい。また、1秒間に数千～数十万ポイントのレーザーを発射して、機械が回転することによって、約5分で360°の情報を収集することができる (図-2)。

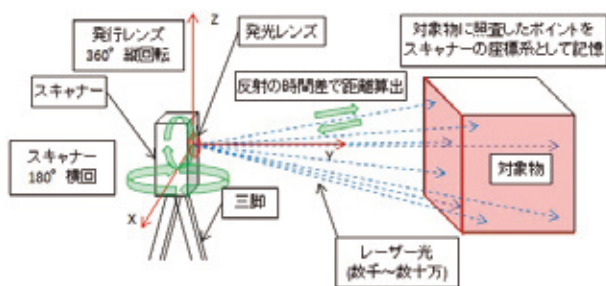


図-2 3Dレーザースキャナー概要

測定したデータは点群データとして記憶され、専用ソフトにて自動的に3次元点群データに変換・3D可視化される。可視化されたデータは全方面から確認ができ、任

意の断面・平面の確認も行える。また、AutoCAD 2016以降であれば、ReCapを使用することでCAD上に点群データを呼び込み、作図を行うことも可能である。

4. 3Dレーザースキャナー計測

3Dレーザースキャナー計測を行うときの注意点と、従来の計測との違いを示す。

①3Dレーザースキャナー使用時の注意点

- ・1測点で収集した情報では1面しか解明出来ないため、1つの対象物に対して複数点から測定する必要がある。
- ・各測点の情報を結合するためには動かないポイントが必要。ポイントはどの角度からみても同形状である球体を用いる (写真-2)。
- ・通常の測量器と同様に、雨・風・揺れには弱いため、天候等の条件、設置箇所について事前確認する。
- ・対象物まで1m以上の離隔が必要であり、レーザーが反射しない水・ガラス・黒体には不向きである。



写真-2 ポイント (球体) と計測状況

②従来の計測との違い

- ・短時間で対象物の全貌確認が可能であり、計測コストが安価である。
- ・従来の測量器に比べて測定場所を選ばないため、測量時の危険が少ない。
- ・測量漏れがほぼ無く、データを書き起こす必要がない。

5. 点群表示ソフトウェア

3Dレーザースキャナーで収集した点群データを結合し、3次元点群データに変換するソフトウェアとして、今回はFARO社のSCENEを使用した。SCENEで作成したスキャニングデータはフリーソフトのSCENE LTで距離計測、ポイントの作成、ノイズ除去が行うことが可能であり、容易に情報を共有できるのがメリットである。ただし、SCENE LTをシームレスに使用するためにはコンピュータのプロセッサをクアッドコアの64ビット、メインメモリを8GB以上が必要等の条件を満たす必要がある。

SCENE LTを起動し3Dビューを選択すると、結合された点群データが表示される（写真-3）。この状態は3Dレーザースキャナーで取得した全ての点群データが表示されるため、全貌を確認するときには使用しやすく、航空写真（写真-4）と比較しても形状がはっきりしていることが確認できる。また、クリアビューモードにすることで、高品質なスキャンポイントが表示できる（写真-5、6）。今回は3Dレーザースキャナーを用いた計測時にモノクロでデータ収集したため、点群データもモノクロであるが、カラーでデータ収集した場合は、点群データもカラーになるため、より鮮明に全貌が確認できる。

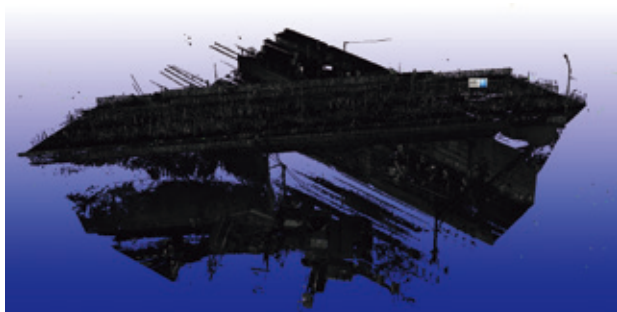


写真-3 全体点群データ



写真-4 航空写真（Googleから引用）

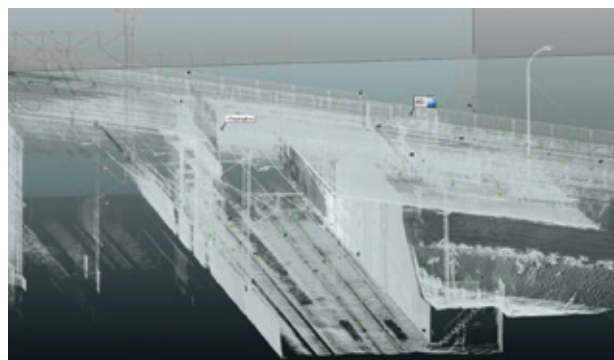


写真-5 クリアビューモード表示

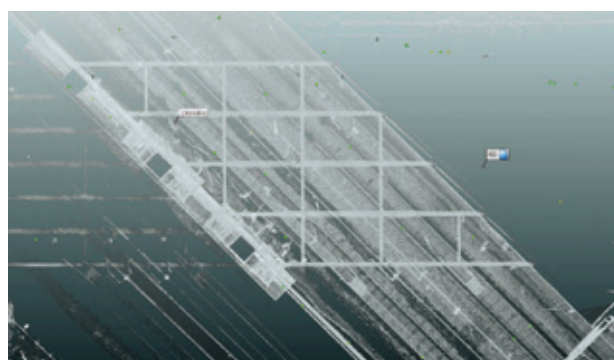


写真-6 クリアビューモード平面表示

点群データはクリッピングボックスを使用することによって、特定の領域の点群のみ表示、非表示することが可能となる。また、X軸、Y軸、Z軸を中心として点群データを回転させることができるため、任意の断面を確認することが可能である（写真-7、8、9、10）。



写真-7 橋梁側面点群データ



写真-8 橋梁側面



写真-9 橋梁断面点群データ



写真-10 橋梁断面

SCENE LTでの距離計測は2点を選択することで、その全体距離、水平距離、鉛直距離を計算する。しかし、点が多い状態で任意の点を選択するのは困難なため（図-3）、クリッピングボックスの範囲を狭めて、精度を高める必要がある。また、クリッピングボックスの範囲を狭めることで任意の断面、平面の確認を行うことも可能となる（写真-11、12）。

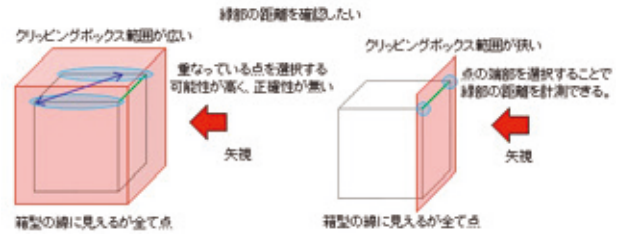


図-3 点群距離計測概要

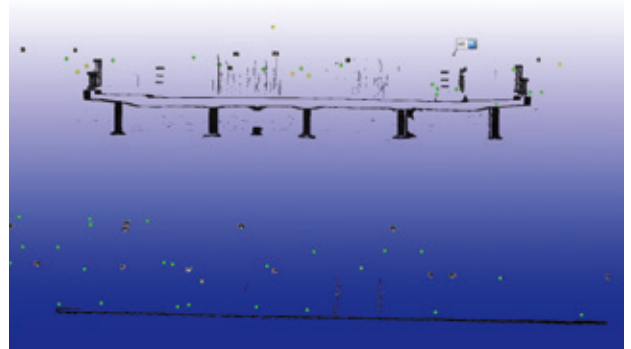


写真-11 点群任意断面

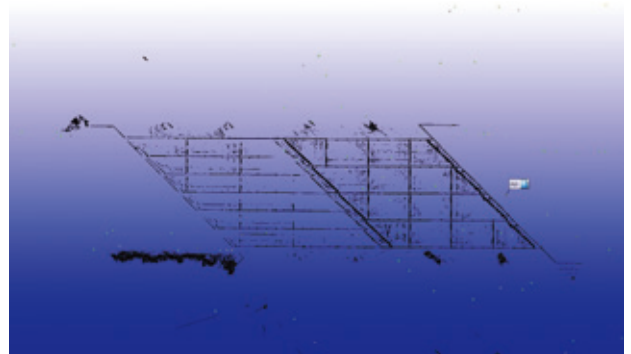


写真-12 点群任意平面（桁骨組）

クリッピングボックスの範囲を変更することで支障物、架線等の位置・高さ・取り合いについて確認を行うことも可能となる（写真-13、14、15、16）。

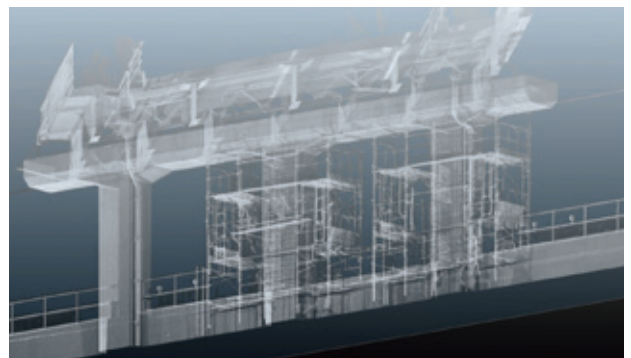


写真-13 橋脚周り取り合い確認

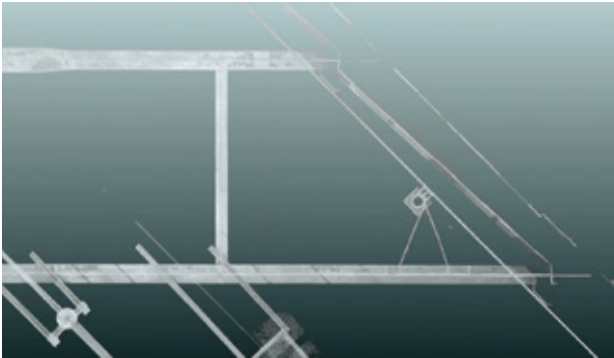


写真-14 平面支障物位置確認



写真-16 断面架線位置確認

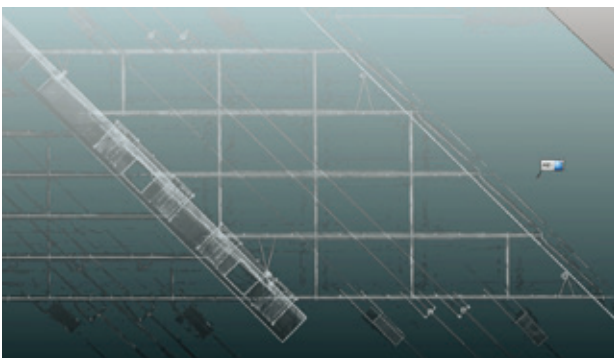


写真-15 平面架線位置確認

6. 一般図作成

SCENE LTで任意の距離計測を行うことで、AutoCAD等の作図ソフトウェアを使用し、橋梁の一般図を作成した(図-4)。図面の精度を高めるためには、クリッピングボックスの範囲を変更し、距離計測を繰り返し行う必要がある。また、対象物の板厚等の外形判断は人の目でラインを判断するため、桁構造の知識を必要とする(図-5、6)。

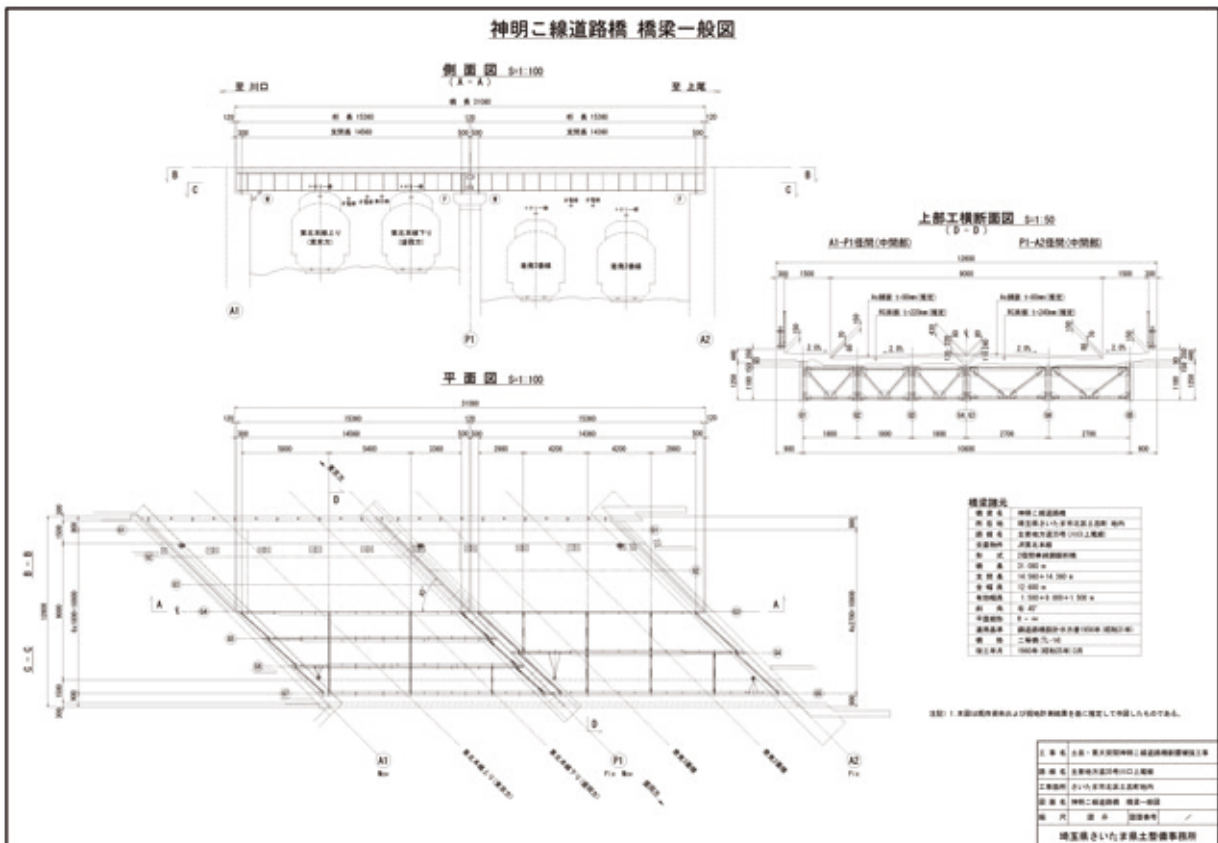


図-4 点群データから作図した図面

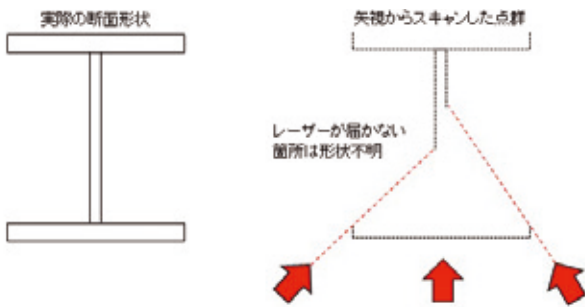


図-5 点群非表示箇所

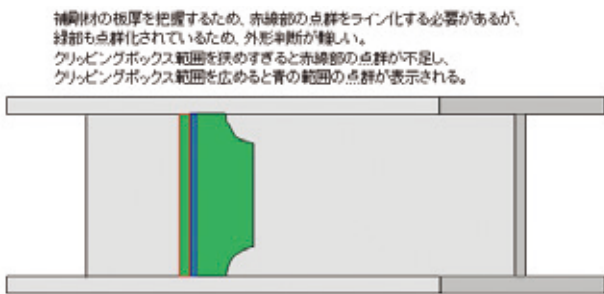


図-6 外形判断問題点

3Dレーザースキャナー自体の計測誤差によらず、結合された点群データを人の目で判断するため、ミリ単位の精度で作図は出来ないということを理解する必要があります。

7. あとがき

点群データの図化による誤差があるため、ミリ単位での作図を行う場合は、従来通りの計測が必要になるが、今回の現場のように財産図、設計図が十分でない場合には非常に有効な計測であると実感しました。事前に設計図との差異・問題点を発見でき、早期から対応策を検討することで現場が止まることなく、工程を短縮することが可能と思われます。今回の紹介が今後、計測だけではなく、様々な工種での選択肢の一つとなれば幸いです。

最後に、本稿の執筆にあたりご指導いただきました、株式会社補修技術設計の関係者の皆様に深く感謝し、誌面を借りて御礼を申し上げます。

2018.2.19 受付

グラビア写真説明

新名神高速道路 高槻ジャンクション橋（鋼上部工）工事

本橋は、整備が進められている名古屋市と神戸市を結ぶ新名神高速道路と名神高速道路を大阪府高槻市で接続する重要なジャンクションです。交差する地域は、市街地でもあるためコンパクトな形状となっております。

構造形式は钣桁部と箱桁部を有する鋼連続混合桁が採用されております。防錆方法につきましては、名神高速道路を横断する範囲において従来の塗装ではなく、長期間のメンテナンスフリーを目的とした金属溶射を採用しております。

架設は、一般的なクレーンバント工法に加え、トラベラークレーン架設、手延べ機を利用した送出し架設、多軸台車による一括架設と多種に渡る工法を採用しました。

流通による経済効果や利便性向上に貢献する道路となることを祈念しております。

(清水 達也)