

II-17 三次元レーザースキャナーを用いたプラント配管現状図作成システム

大津 慎一¹⁾
Shun-ichi Ohtsu

佐田 達典²⁾
Tatsunori Sada

村山盛行³⁾
Shigeyuki Murayama

【抄録】三次元レーザースキャナーを用いたプラント配管現状図作成システムの開発を行った。本機によれば、安全な場所からの遠隔観測が可能となり計測ミスや測量不足といったヒューマンエラーの軽減も図れる。しかし計測データが、非常に膨大であるため本システムを実用化するためには、解析時にデータの軽減を行う必要がある。本稿では、データの軽減を考慮した解析方法を中心とした三次元レーザースキャナーを用いたプラント配管現状図作成システムの開発とその適用事例について紹介する。

【キーワード】三次元レーザースキャナー、構造物計測、CAD

1. はじめに

従来、石油プラント等において改造工事を行う場合、改造箇所を把握するために現地測量を実施してきた。これらの目的は、改造部分の配管形状や機器設置状況を把握することで改造工事計画に反映させることであり、作成された現況図は監督官庁への申請図書にも添付されてきた。これまでの計測方法としては、現地において手作業により配管の各寸法を直接計測する方法が主となっていた。しかし、従来方法では寸法あるいは座標を計測する位置に直接コンベックスや計測用ターゲットを設置する必要がある。そのため高所や人が近寄ることが困難な場所の計測を行うには、足場などの安全を確保するための設備が必要なため、設置コストや日数などを考慮した計測計画が必要であった。

筆者らは造成における土量計測などの分野で三次元レーザースキャナーの適用を行ってきた。本機は対象物の形状計測を非接触で行い遠隔観測が可能であるため、高所や立ち入り不能な箇所に対しても安全な場所から観測できる。また計測ミスや測量不足といったヒューマンエラーの軽減も可能なため、その特長を活かし今回のプラント配管現状図の作成への適用を行った。

本稿では、三次元レーザースキャナーを用いたプラント配管現状図作成システムの開発とその適用事例について紹介する。

- | | |
|----------------|-----------------|
| 1：三井建設技術研究所 | TEL04-7140-5207 |
| 2：三井建設技術研究所 | TEL04-7140-5207 |
| 3：株式会社フィールドテック | TEL0729-65-4188 |

2. 三次元レーザースキャナー計測技術概要

三次元レーザースキャナーは、1回の計測で図-1に示す範囲の計測が可能な計測器である。計測は、本体より赤外線レーザーを計測対象に発射しその反射光を検知することで距離および振り角度を検出することで行う。また対象物からの乱反射光を検知するため計測対象にミラーや反射板などの特別な処理は必要としない。

その反面、計測対象となる構造物などの表面形状を面的に捉えることは可能であるが、計測を行いたい位置を点として捉えて計測することが困難であるといった特徴も持っている。そのため配管現況を図面化するために必要となる配管の位置や変化点などを求めるには、図-2に示す流れでデータ解析により対象物の三次元的な形状を把握し、それをもとに位置算出を行う必要がある。しかしデータ解析による位置算出方法は、

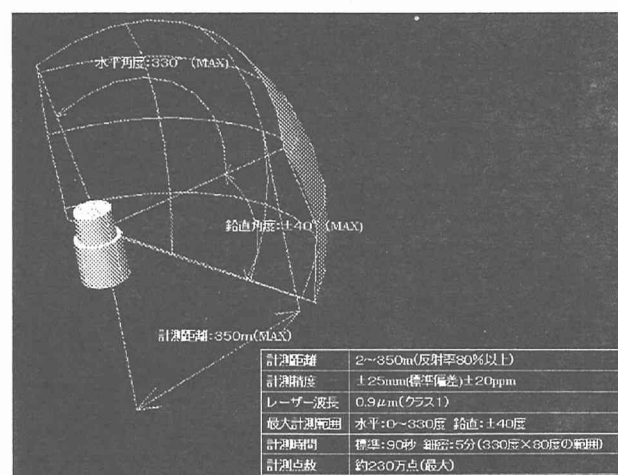
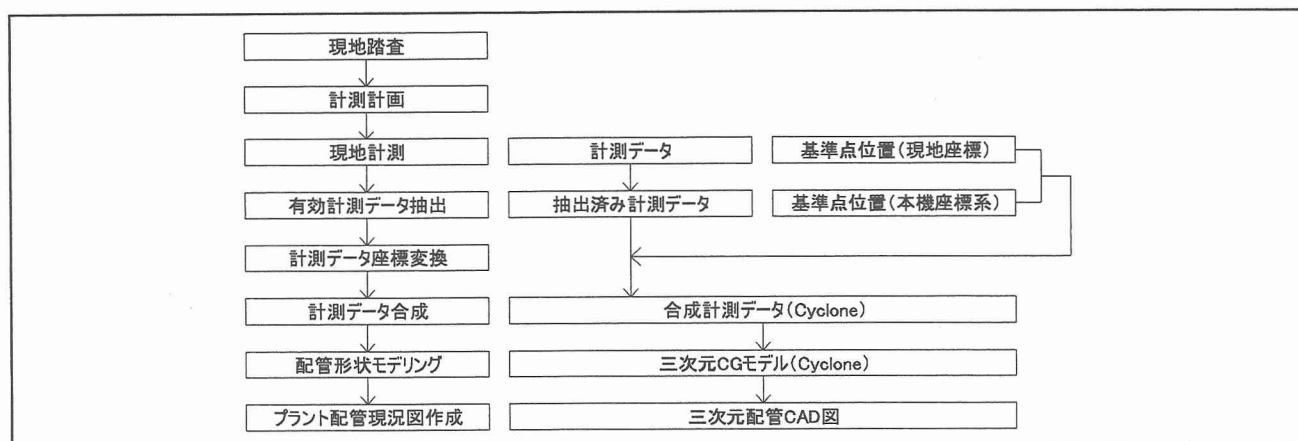
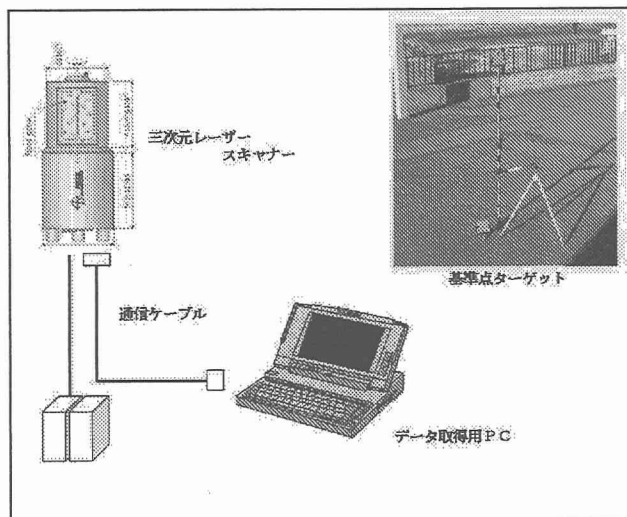


図-1 三次元レーザースキャナー仕様



図一2 データ処理フロー図



図一3 現地計測機器構成

- 1) 取得される計測データの情報量が膨大で解析時の負荷が大きい。
- 2) 計測データ取得状況によって現況図の品質が左右される。

といった問題点がある。そのため、計測データから解析に必要なデータのみを抽出することによる解析時の負荷の軽減や現地踏査時における成果品質を考慮した計測計画の立案が必要となる。

3. 現地作業

本機は最大で 350m の距離計測が可能であるが、レーザーの広角が約 3mrad (約 0.17°) であり、計測対象までの距離が長くなるとデータ処理時に配管部の識別が困難となる。φ 150 mm の配管を識別しようとした場合、有効データとなる計測距離は、25m 程度であり、計測計画では配管径による有効距離を考えて器械

設置を行う。

また配管形状が複雑である場合や配管との間に遮蔽物がある場合は、計測欠損部を補うように配置する必要もある。欠損部の補間は、データ解析時に各計測データを合成することで補うため、合成処理に必要な座標参照点として各計測データ内に 3 点以上の既知点の設置を行う。基準点は図一3の機器構成に示すターゲットを用いる。基準点位置をデータ処理によって正確に把握することができる有効距離は 5m 程度である。

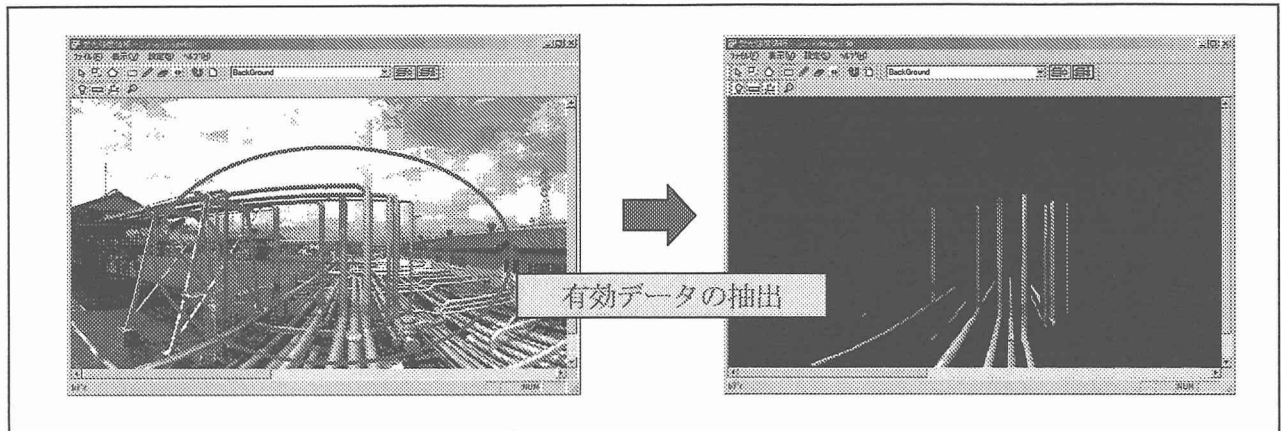
4. 計測データ解析

現地計測によって取得された計測データは、三次元座標を持つ点の集合体である。位置特定したい点や計測対象となる配管などの形状などの取得は、計測データを解析することによって行う。

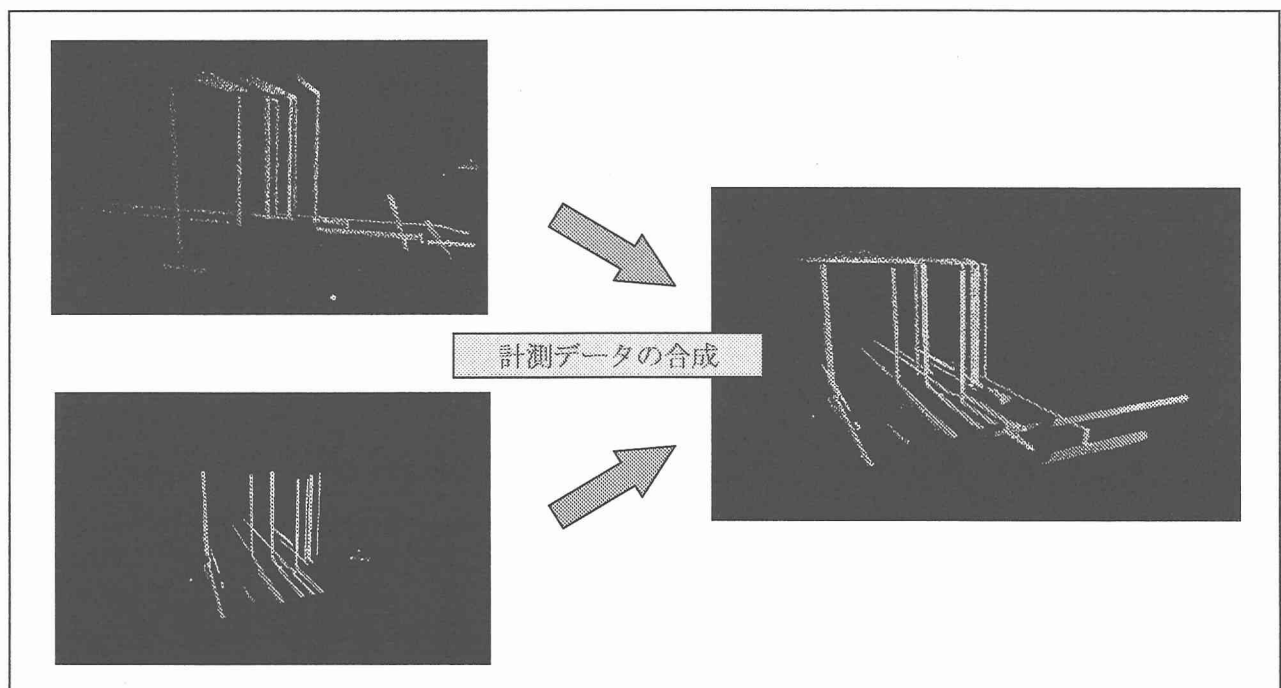
(1) 有効計測データの抽出

計測データには、現況図作成を行う配管部のほかに地面や付帯物などのデータ解析に不要なデータが含まれている。取得される計測点数は、1 計測あたり最大で約 230 万点となり複数の計測データを合成してデータ解析した場合、データ解析に大きな負担を与える。そのため計測データから解析に必要なデータのみを抽出して解析する必要がある。

図一4に示すように配管以外の計測データはデータ解析に不要なデータである。配管のみの抽出を行うと計測データは、約 1/3 の計測点数に削減することができるため、独自のフィルター処理によってデータ解析に必要な配管部のみのデータの抽出を行う。



図一4 有効計測データ抽出状況



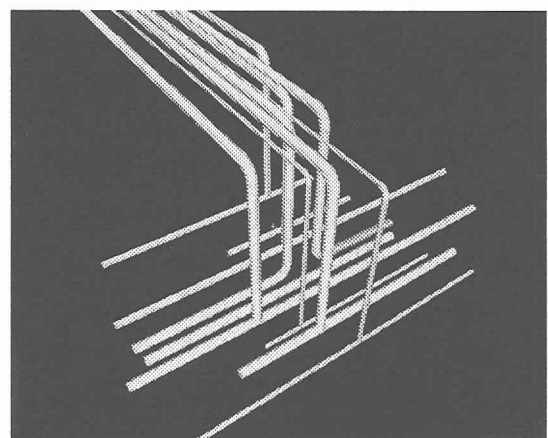
図一5 計測データ合成状況

(2) 計測データの合成

1 計測で計測できなかった箇所は、他の計測データとの合成を行って補間する。各計測データの座標系は、三次元レーザースキャナーの座標系であるため現地計測で設置した基準点を用いて座標変換を行い、現地座標系で合成を行う。合成の状況を図一5に示す。

(3) 三次元現況モデルの作成

三次元現況モデルは、三次元 CG 的なイメージとして表現される (図一6)。モデルの作成は、Cyclone (LeicaGeosystem 社) を用いて行う。



図一6 三次元現況モデル

(4) プラント配管現状図の作成

配管現状 CAD 図の作成状況を図一7に示す。配管現状 CAD 図の作成は、Cyclone 上で作成された現状モデルを CAD 上に取り込み配管部を細線化することで行っている。また各配管の寸法などの算出も CAD 上で行っている。

5. プラント配管現状図作成業務への適用

本システムを実際のプラント配管現状図作成業務に適用した例を次に示す。

1) 作業目的

現況図面のほかに変更申請(消防法第11条1項)に添付する変更部現状図として、図一8の変更配管部現状図の作成を行った。

2) 計測範囲：

200m×300m

3) 計測日数：

三次元レーザースキャナー計測 1日

既知点の位置計測 0.5日

4) 解析日数：

有効計測データ抽出 1日

合成およびCAD図面作成 1日

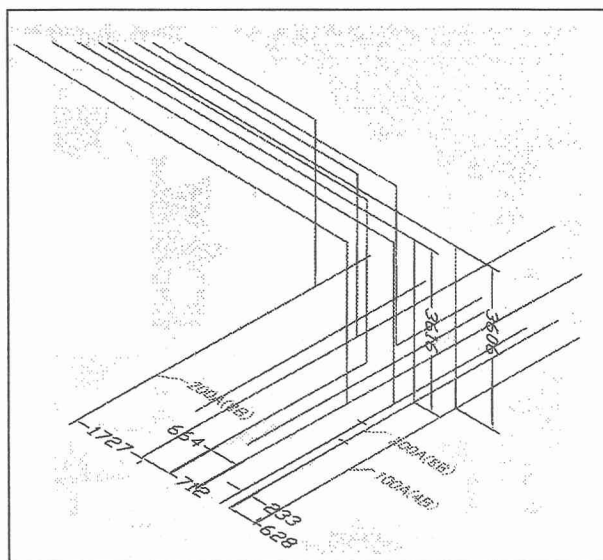
6. まとめ

従来計測による図面に基づく施工では、再度現地に於て原寸を当たりながら内作を実施し施工するケースがほとんどであり、工場製作を計画する場合でも現場合わせ寸法を多く採用し、必ずしも安価な工法とは言えなかった。今回の計測方法では、精密な配管図が作成できるため、コスト削減につながる改造配管部の工場製作化が可能となる。

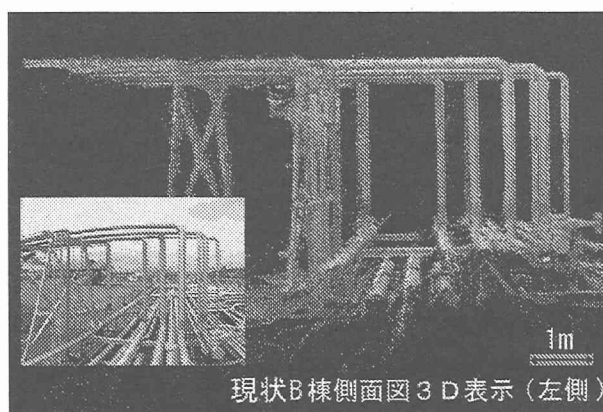
今後は、計測対象として石油プラントだけではなく橋梁などの他構造物に対しても順次適用を行い、三次元レーザースキャナーの適用分野を拡大していきたいと考えている。

参考文献

- 1) 佐田達典, 大津慎一：地上型レーザースキャナーを用いた地形計測システム, 建設の機械化, 2000.3, pp35-41, 日本建設機械化協会
- 2) 大津慎一：三次元レーザースキャナーを用いたプラントにおける配管現況図作成技術, 月刊『測量』, 2001.7, pp24-26, 日本測量協会
- 3) 大津慎一：三次元レーザースキャナーを用いたプラント設備における配管図の作成について, Safty & Tomorrow 第82号, 2002.3, 危険物保安技術協会



図一7 三次元 CAD 図



現状B棟側面図3D表示(左側)

図一8 変更部現況図(側面図)