

32. 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技術

三井建設㈱：*大津 慎一、寒川 慎也、
佐田 達典

1. はじめに

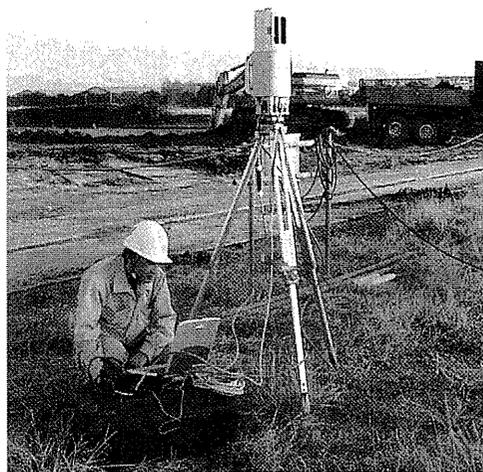
従来、石油プラント等において改造工事を行う場合、改造部の配管形状や機器設置状況を把握して改造工事計画に反映するために現地測量を実施してきた。また改造部の状況は、監督官庁への申請図書にも現状図（変更前図面）として添付されてきた。これまでの計測方法としては、現地においてコンベックスやトータルステーションにより配管の各寸法を直接計測する方法が主となっていた。そのため高所や人が近寄ることが困難な場所の精密な計測を行うには、足場などの安全を確保するための設備が必要のため設置コストや日数などを考慮した計測計画が必要であった。

筆者らは、以前より土木分野における造成工事の土量計測などで三次元レーザースキャナーの適用を行っている¹⁾（写真—1）。本機は、対象物の計測を非接触で行い遠隔観測が可能である。またデータ解析によって成果作成を行うため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である。本稿では、これら三次元レーザースキャナーの特長を活かしたプラント配管計測および計測データ解析による配管現況図の作成とその適用事例について報告する。

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、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



写真—1 三次元レーザースキャナー計測状況

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。

2. 1. 現地計測

本機は最大 350mの距離計測が可能であるが、レーザーの広角が約 3mrad 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、データ解析時に合成処理によって補うため、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-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は正確に把握することができる有効距離は5m程度である。

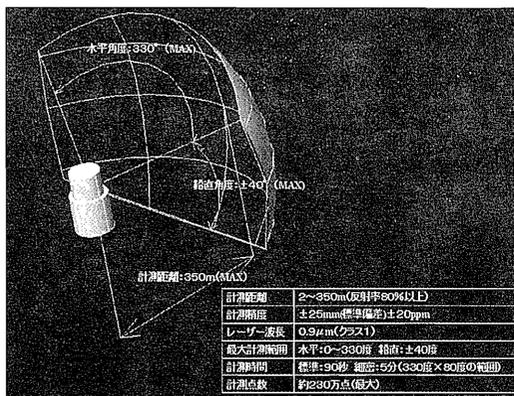


図-1 三次元レーザースキャナー仕様

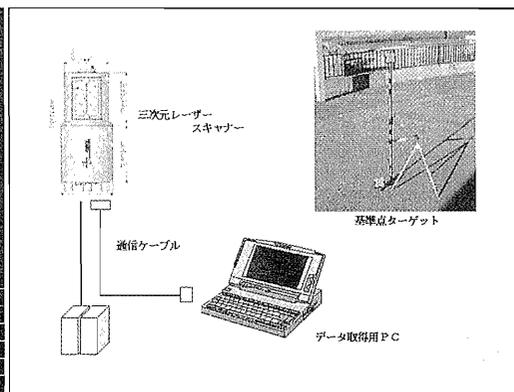


図-3 機器構成

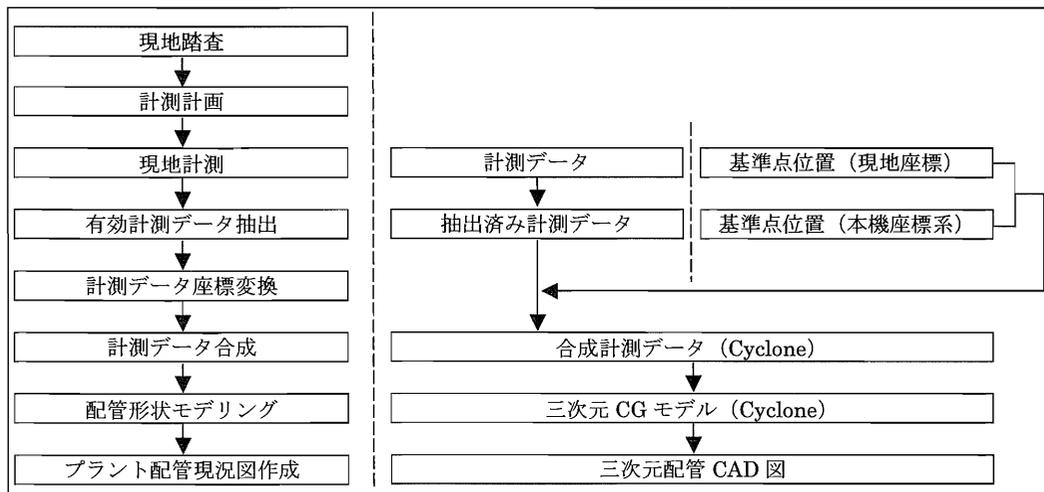


図-2 データ処理フロー図

2. 2. 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。位置を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-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。

(2) 計測データの合成

1計測で計測できなかった箇所は、他の観測点から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-5に示す。

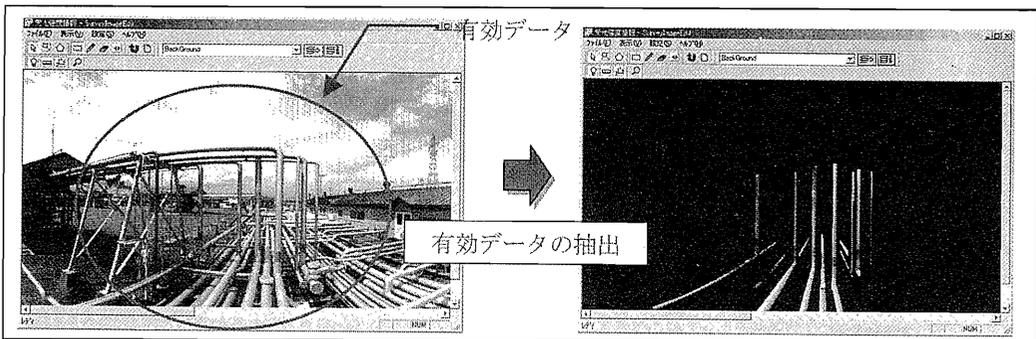


図-4 有効計測データ抽出状況 (左：抽出前・右：抽出後)

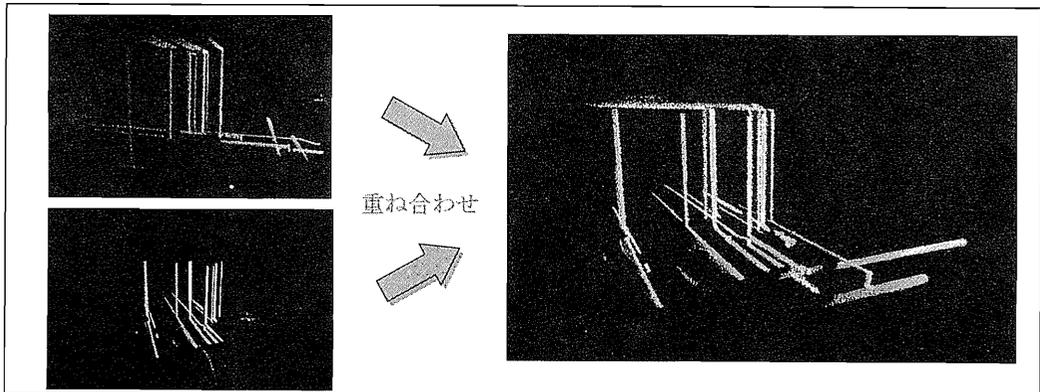


図-5 計測データ合成状況 (左：合成前・右：合成後)

3. プラント配管現状図作成業務への導入

3. 1. 概要

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。実施場所（写真—2）および時期は、以下の通りである³⁾。

- 1) 実施場所： 日本オイルターミナル株式会社 札幌営業所
- 2) 計測時期： 平成13年5月31日～平成13年6月2日

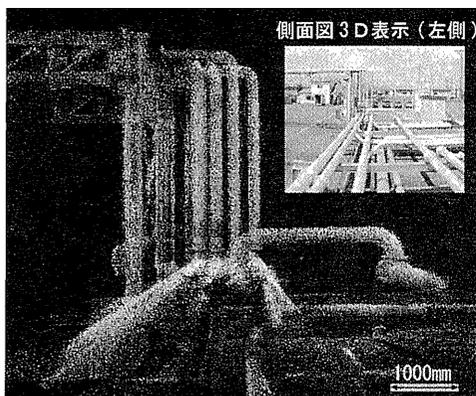
3. 2. 現地計測およびデータ解析

以下に本導入における現地計測範囲および各作業日数を示す。また本導入においては、図—7の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—8、9の変更配管部現状図の作成を行った。

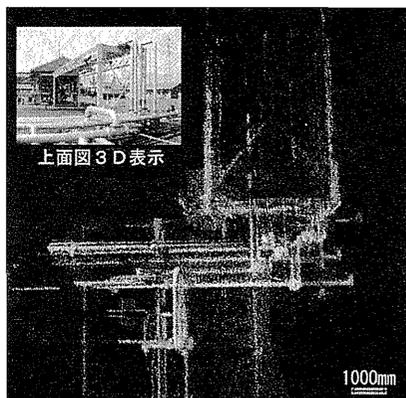
- 1) 計測範囲： 200m×300m
- 2) 計測日数： 三次元レーザースキャナー計測 1日
既知点の位置計測 0.5日
- 3) 解析日数： 有効計測データ抽出 1日
合成およびCAD図面作成 1日



写真—2 現地状況



図—8 変更部現況図（側面図）



図—9 変更部現況図（上面図）

3. 3. 計測技術の導入効果

今回の導入における効果を以下に述べる。

- 1) 高所の計測があったが、足場等の仮設物の設置をする必要がなかった。
- 2) 仮設設置等の時間を考慮すると在来より短時間で計測ができた。
- 3) 変更部現状図の作成が短時間で行えた。

また、今後期待できる効果としては、以下のことが挙げられる。

- 1) 配管全体の外観を計測し、データ解析により寸法等を算出するため計り間違いなどといった現地計測／図面作成時の人的ミスを軽減することが可能である。
- 2) 三次元現状モデルに設計データを重ね合わせるにより、設計時に新設、既設の取り合いを視覚的に確認できる。

4. 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