

配管設計における 3D レーザ計測の活用

1. はじめに

稼動しているプラントの多くは、建設後数十年経過しており老朽化が進んでいるが、現在は、新規建設投資が大幅に圧縮され、設備の維持管理・延命化を図る設備更新・改造工事・メンテナンスが大きなウェイトを占めている。更新・改造工事を行う上では、正確かつ効率的な工事計画・設計を行うことが重要な要素となり、そのためには、正確な現地寸法情報を取得し活用する必要がある。

現地寸法情報の取得について、現状は人力による現場計測中心である。しかし、3D レーザ計測を用いて、正確な現地寸法情報を取得し、取得データと 3D 設計モデルを合成することにより、設計業務や既設接続点・配管据付等の工事計画の効率化およびそれらの品質向上を図る動きがでてきており、今後ますます拡大することが予測される。以下に当社における 3D レーザ計測を用いた工事事例を紹介する。

2. 3D レーザ計測の概要

3D レーザ計測では、3D レーザ計測機を用いて、地形や構造物などに直接接触することなく、あるがままの状態を計測し、3D データを取得することが可能であり、立入りが困難な場所でも瞬時に高精度の計測データを取得できる。

2.1 計測原理

3D レーザ計測は、3D レーザ計測機から発射したレーザーが、計測対象物に当たって反射して戻ってくるまでの時間を距離に換算する方法（光線飛行時間方式：time of flight）、または発射したレーザーと反射したレーザーの位相差を距離に換算する方法（位相差方式：phase based）により、3D レーザ計測機を原点とした 3D (X, Y, Z) 計測を行う。前者は長距離の計測が可能な方法であるが、計測に多くの時間を費やす。後者は長距離の計測には不向きであるが、計測時間が短い。計測条件により、計測方式（光線飛行時間方式・位相差方式）を選択するが、プラントを計測する場合、計測時間（短時間）と計測箇所数（測定箇所多数）を考慮すると、位相差方式を用いることを推奨する。レーザーの計測範囲は水平 360°・垂直 310°（下部を除く）であり、1秒間に数万の点を計測する。計測結果は、レーザー計測機を原点 (X, Y, Z / 0, 0, 0) とした点の集合体（点群）となる。

2.2 計測位置およびターゲットの設定

2.1 項の計測原理から分かるように、ある 1 箇所からの

計測では、計測対象物の 1 方向の側面（計測器から発射されるレーザーが当たる範囲）のみの計測となる。計測対象物の全てを計測するには、計測対象物に対して最低 3 箇所からオーバーラップさせるように計測を行い、計測データの合成を行う。データの合成を行うには、各々の計測に対して共通なターゲット（計測物）を設定する。この共通ターゲットに座標の関連性を持たせることで、データの合成が可能となる。共通ターゲットの設定は、隣り合う計測ポイント間に最低 3 箇所必要となる。計測イメージ図を図 1 に示す。

2.3 3D レーザ計測データ編集

計測からデータ編集までのフローを図 2 に示す。

3D レーザ計測で得たデータの成果物は点群データである。点群データはビューワソフトで確認できるが、問題

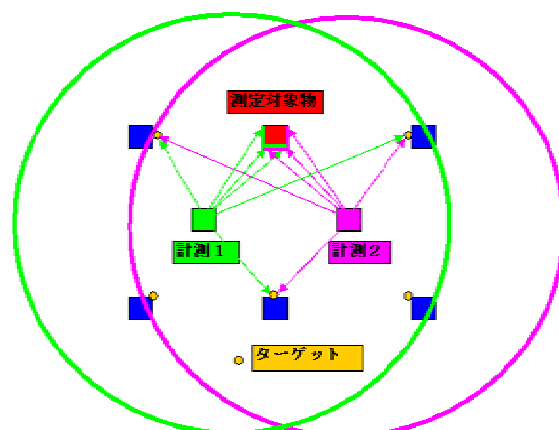


図 1 計測イメージ平面図

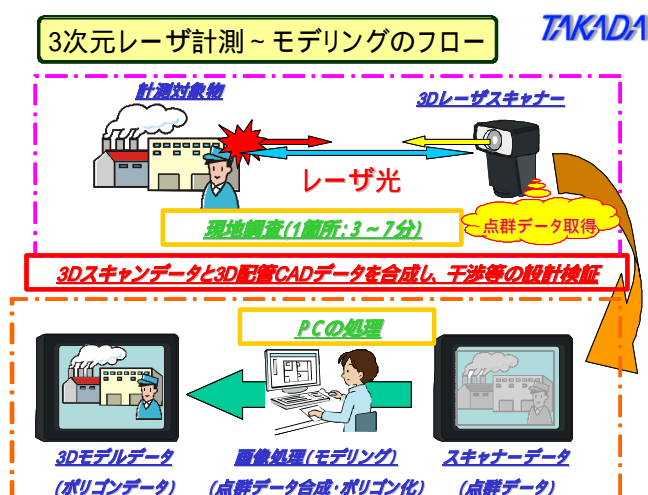


図 2 計測～データ編集フロー

点がある。代表的な二つの問題点を以下に示す。

各箇所の計測データ一つひとつのデータ容量が大きい
ため、ビューソフトに表示しても非常に扱いづらい。
点の集まりを表現しているデータなので、重なり合っ
た計測物を選択した際、どの点を指示しているのか分
かりづらい(どの計測物を指示したのか分かりづらい)。
これらの問題を解消するため、データ編集が必要となる。
必要なデータ編集を以下に示す。

- a) 計測データには、ノイズがあるのでノイズの処理が必要となる。
- b) 計測対象物の点群を表面化处理する。表面化处理は、計測されたデータの点と点を三角形に結ぶことにより、表面をもたせる。この処理(ポリゴン化)により、点のデータから面のデータへ編集され、データ容量も軽減される。
- c) ターゲットを基準としたデータの合成。
- d) プラント座標系への変換。

このように編集されたデータを3D設計モデルと合成することで、設計データの設計検証が可能となる。

3. 3Dレーザ計測の計測結果

3Dレーザ計測の概要に示した内容の結果を、図3～6に示す。図3は計測時の写真である。写真中に十字の紙と白いボールが写っているが、これがターゲットである。これらを基にデータの合成を行う。図4は3Dレーザ計測データ(点群データ)である。図5は点群データを編集(ノイズ処理・点群の合成・ポリゴン化)したデータである。図6は編集したデータに3D設計モデルを合成したデータである。このデータを基に現場確認・設計検証を行い、設計業務・工事計画の効率化および品質向上を図る。

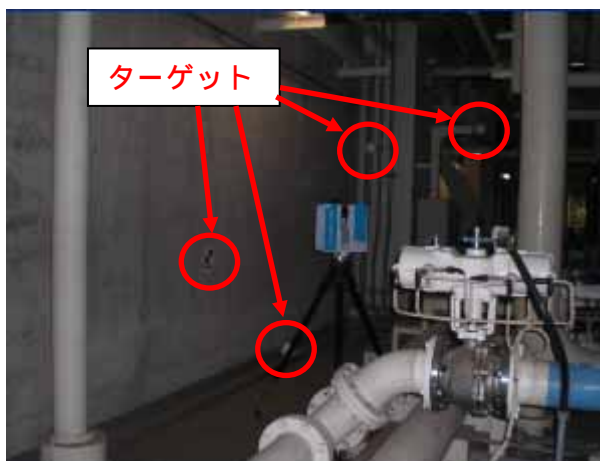


図3 計測状況



図4 計測データ(点群データ)

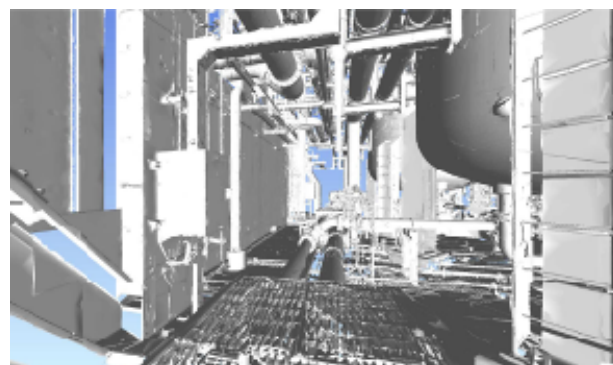


図5 編集データ(ノイズ処理・データ合成・ポリゴン化)

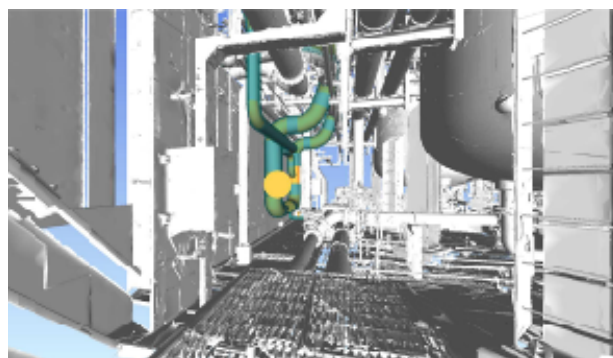


図6 編集データと3D設計モデルの合成

4. おわりに

3Dレーザ計測の計測データを基に、既設配管工事・設計を行った実績はまだ少なく、実績を増やして、計測データの運用方法などの研究を進める必要がある。今後、更新・改造工事を進める上で、3Dレーザ計測技術を上手く活用し、業務の効率化・品質向上を図っていきたい。

加嶋 慎一(技術本部 エンジニアリング部)

参考文献

- 1) 岩田章裕：プラント向け3次元レーザ計測技術の活用，配管技術，Vol.52，5，p.43-48(2010)