

# 3D測量データを活用した 現地据付工事改善

安達裕輔\* 石川 秀\*\*\*  
安木俊之\*\*  
桑名善太郎\*\*\*

## Improvement of Installation Work by Use of 3D Laser Scanner

Yusuke Adachi, Toshiyuki Yasuki, Zentaro Kuwana, Shu Ishikawa

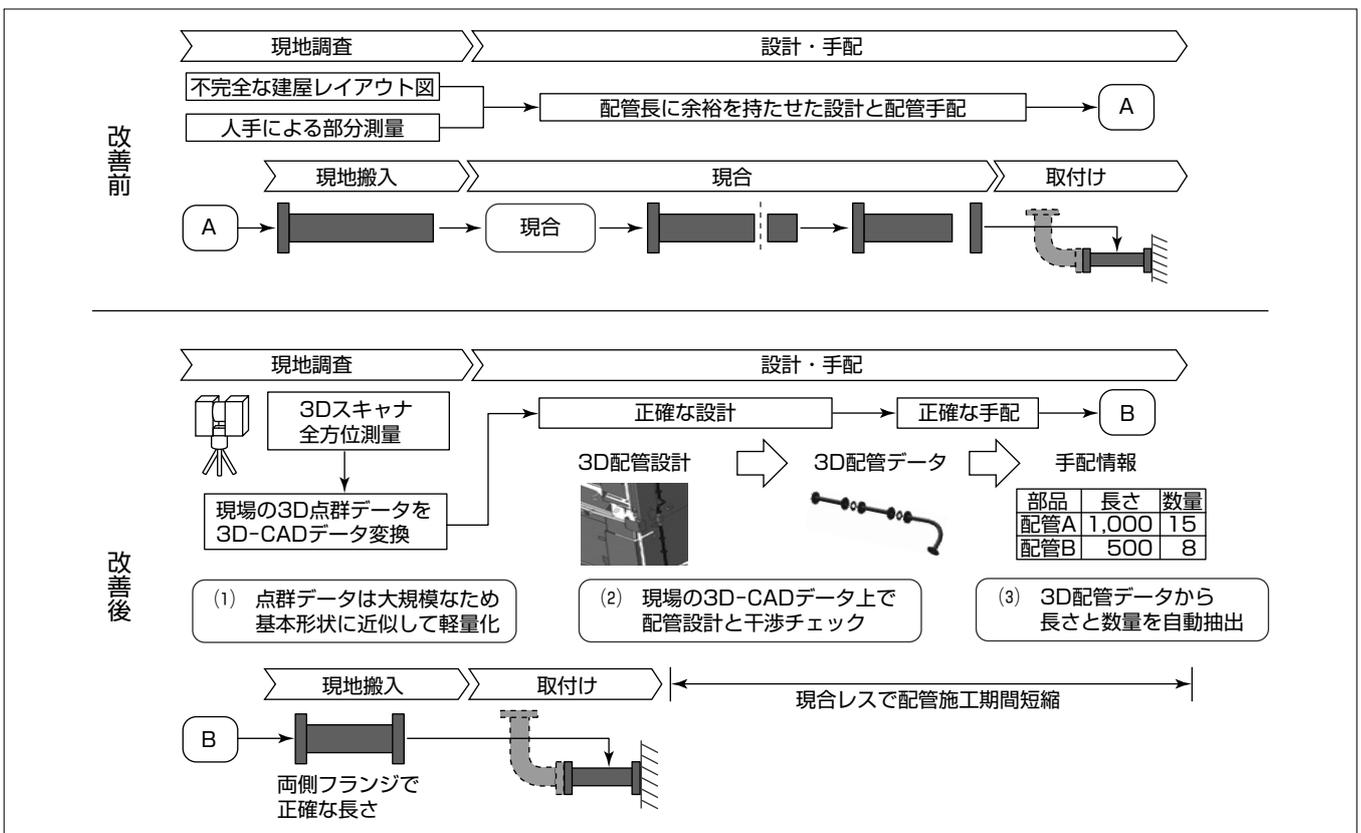
### 要 旨

三菱電機製品の現地据付工事に必要な設備配管設計で、顧客から入手する建屋レイアウト図には設備全てが記載されていないケースがあるため、現地調査を行っている。この現地調査では、高所は足場を組む必要があるなど全てを網羅した測量が困難である。このため、現物合わせ(以下“現合”という。)を前提とした配管長に余裕を持たせた設計と配管手配をせざるを得ず、現地据付工事では、長めの配管で搬入し、現合で正確な長さに切断し、後付け溶接して組み付けを行っている。

近年、3Dスキャナの利用が注目されており、3Dスキャナによって正確な全方位測量を行うことが可能である。当社では、次の取組みによって3Dスキャナを配管設計に適

用することで現合を不要とし、施工期間を短縮することができた。

- (1) 3Dスキャナを利用し、高所など測量困難であった場所も含めた正確な全方位測量を実施する。
- (2) 3Dスキャナで測量したデータサイズが膨大な建屋の3D点群データを、面データに自動近似して軽量化することで、3D-CADによる建屋形状の参照を可能にする。
- (3) 3D-CADによる配管設計手法を構築し、建屋形状を参照した正確な設計を実施する。設計データを基にした配管部品の手配情報を自動抽出する仕組みを構築し、正確な手配を行う。正確な長さの部材手配によって現合レスを実現する。



### 3D点群データの配管設計への活用

現地調査では3Dスキャナによる全方位測量を実施し、得られた現場の3D点群データを3D-CADデータに変換する。設計・手配では、3D-CADで現場の3D点群データを基にした正確な設計と正確な手配を行い、両側にフランジを組み付けた正確な長さの部材を現地搬入して取り付ける。これによって現合レスを実現し、施工期間の短縮が可能となる。

### 1. ま え が き

プラント設備等の新設・更新では、既存設備との据付検証や機器接続配管設計のために現地調査が必要となる。この現地調査では、高所は足場を組まないで測量できないなど人手で全て測量するのは容易でなく、近年3Dスキャナの利用が注目されている。

今回、当社製品の現地据付工事に必要な設備配管設計で、3D点群データを軽量な3D-CADデータに変換する技術の構築と、据付工事現場の3D-CADデータを活用した配管設計と手配の仕組みを構築した。

本稿では、建屋の3D点群データを活用した現地据付工事改善の取組みについて述べる。

### 2. 設備配管設計と現地据付工事の現状

設備配管設計で、顧客から提供される建屋レイアウト図には、顧客が追加した設備の配管など、一部設備が記載されていない場合がある。このため、配管と設備が干渉しないよう、事前に現地調査が必要となっている。

この現地調査では、建屋レイアウト図に記載されていない箇所を補うために、実際の現場に行き必要寸法の測量を行っている。高所など足場を組む必要があって測量が難しい箇所もあり、全てを網羅した測量は困難である。

このように、情報が不足している建屋レイアウト図や人手による部分測量の情報しかないため、現合を前提とした配管長に余裕を持たせた設計と配管手配をせざるを得ず、現地据付工事では、長めの配管で現地搬入し、現合で正確な長さに切断し、後付け溶接して組み付けを行っている。

### 3. 3Dスキャナによる現地調査

現地調査では図1に示す3Dスキャナを利用して、三脚固定のレーザ測量を行い、正確な全方位測量を実現した。この3Dスキャナでは、ミラー部の縦回転と首振りによる横回転によって縦横360°全方位にレーザを照射して測量を行う。測量データは、三次元座標値を持つ点の集合である3D点群データとして出力される。1回約3分のスキャン時間で4,000万点の3D点群データが出力される。図2の例で示すとおり、測量で得られるデータは3Dスキャナからのレーザ照射が可能な部分であり、柱などの影になっている部分のデータは得られないため影の部分は別の位置からスキャンして補う。このように建屋の複数箇所での測量を実施し、各箇所の3D点群データの位置合わせと合成を行い、建屋全体の3D点群データを作成する。

現地調査では、一部設備の記載がない情報が不足している建屋レイアウト図を補うために、これまで人手による部分測量を行っていたが、この3Dスキャナを利用した測量によって、高所など測量が困難であった箇所も含めて、建

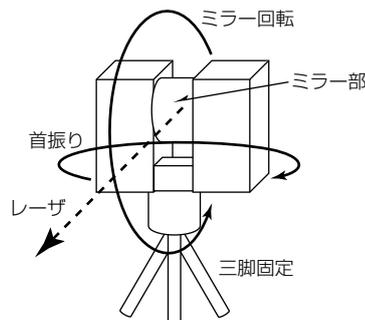
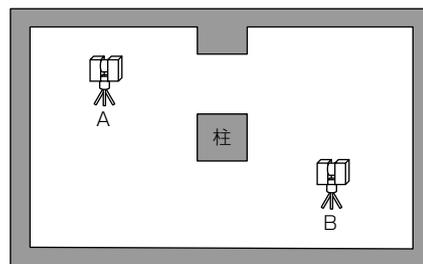
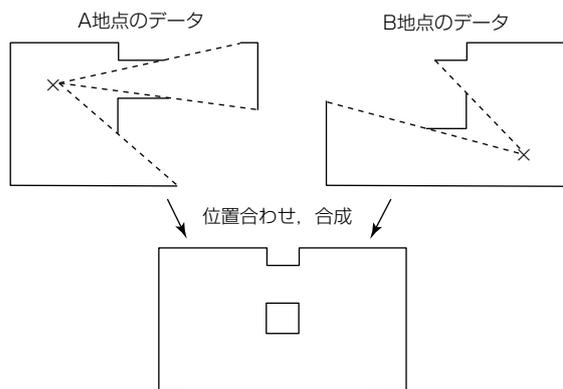


図1. 3Dスキャナ



(a) 建屋全体と測量箇所



建屋全体の3D点群データ  
(b) 3D点群データ

図2. 複数箇所の計測例

屋全体の正確な測量を可能にした。また、簡単な操作による自動測量によって現地測量時間の短縮を実現した。

### 4. 3D-CADによる3D点群データの活用

#### 4.1 設計における3D点群データ利用の課題

現地調査で得られる建屋の3D点群データを参照して配管設計を行うことで、据付工事現場の形状に従った正確な設計が可能になる。しかし、3D-CADで現地建屋の3D点群データを取り扱うためには、データサイズが膨大でメモリ不足によって3D-CADに取り込めないことが課題となっている。1箇所のスキャンで得られる3D点群データだけでも、3D-CADで読み込むには31GBのメモリ容量が必要である。

#### 4.2 形状近似によるデータ軽量化

3D-CADに3D点群データを取り込むためには、データを軽量化する必要がある。軽量化の手法として、多数の点

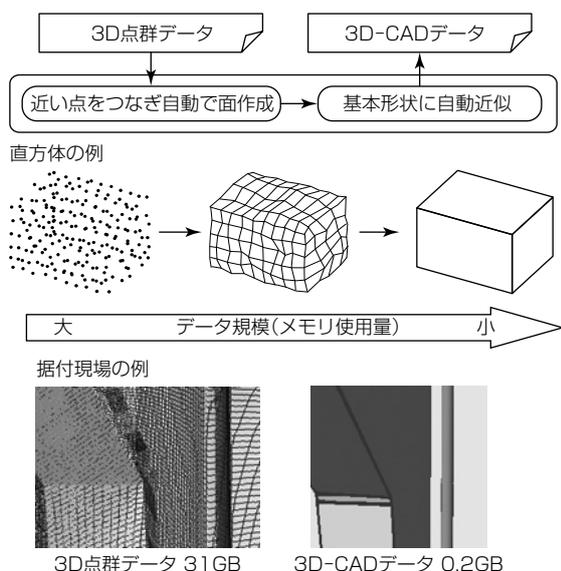


図3. 3D点群データの形状近似

のデータを面のデータに変換する技術<sup>(1)(2)</sup>に着目した。この技術によって、図3のとおり、3D点群データの近い点をつなぎ自動で面作成をして基本形状に自動近似することで、データ容量を少なくして3D-CADへの取り込みが可能となる。実際の建屋の3D点群データでこの技術の評価した結果、メモリ使用量99%減の大幅なデータ軽量化が実現でき、3D-CADに取り込み可能であることを確認した。

### 4.3 3D点群データを活用した設計手法

4. 2節の技術に基づく3D点群処理ソフトウェアを利用し、3D-CADで据付工事現場の建屋形状を参照して配管設計する手法を図4のとおり構築した。

現地測量では、3Dスキャナを利用して据付工事現場の建屋全体の形状を取得する。取得したデータは3D点群処理ソフトウェアで、複数箇所の3D点群データの位置合わせと合成を行ったあとノイズ除去を行い、建屋全体の3D点群データを完成させる。その後、平面・円柱抽出で建屋の3D点群データを平面と円柱の簡易形状に近似した面データ(以下“建屋近似形状”)を自動生成する。この建屋近似形状を3D-CAD上に取り込み、形状を参照して配管設計を行う。建屋近似形状は建屋の8割ほどの形状が生成されており問題なく設計を行うことができるが、最終確認として、設計した3D配管データを3D点群処理ソフトウェアに取り込み、建屋の完全形状である3D点群データとの取り合い確認や干渉チェックを行うことによって、建屋近似形状で生成できていない箇所のチェック漏れを防止する。

また、配管設計時には建屋近似形状に加えて、2D-CADの建屋レイアウト図面を合成する。こうすることで、建屋レイアウト図面に図示された据付機器等によって建屋近似形状における設備の解釈を容易化する。設計結果は、設計した3D配管モデルと建屋レイアウト図面を投影して

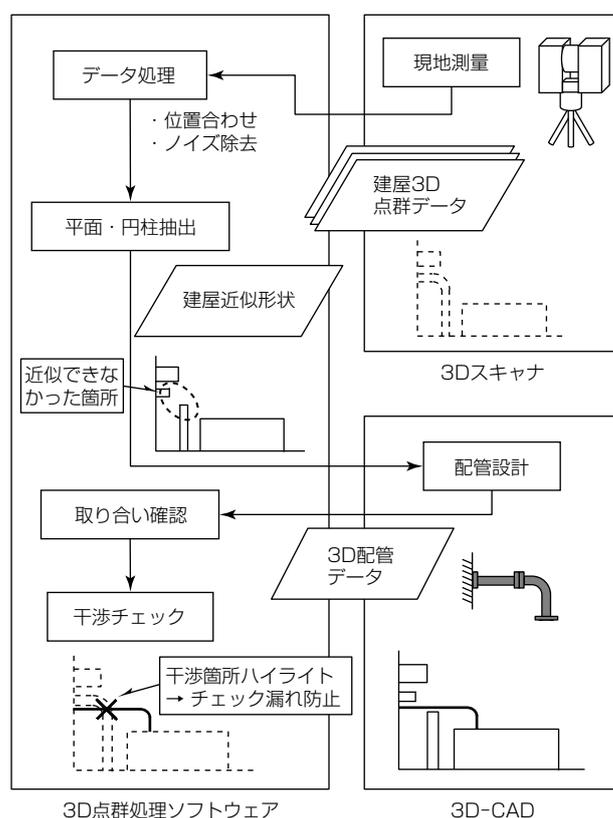


図4. 3D点群データを活用した配管設計の流れ

図面出力し、配管経路図面として据付現場で活用する。この手法によって、建屋の3D点群データを活用した正確な設計を実現する。

## 5. 3D-CADによる配管設計

### 5.1 3D-CADによる配管設計手法

3D-CADによる配管設計手法を、図5のとおり構築した。経路全体を先に設計し、その後接合箇所を指定する手法としている。

最初に配管経路全体を一本の線で入力したあと、分割箇所を指定する。分割箇所の指定はマウスピックや寸法指定で行う。接合部品はあらかじめライブラリとして整備しておき、その中から配置する部品を選択する。配管設計時は、接合箇所の指示と接合部品の選択を行うことで、接合箇所の素管の分断、接合部品の挿入、接合部品との取り合い部の素管の長さ調整を3D-CADが自動で行う。

この設計手法によって、3D-CADによる配管設計の経験が浅い設計者でも理解しやすく、設計やモデリングにかかる手間を抑えた仕組みを実現している。

### 5.2 配管部品手配情報の自動抽出

設計・モデリングした3D配管データから部品名、寸法、数量を自動抽出して手配情報を自動生成する仕組みを、3D-CADの機能を活用して図6のとおり構築した。

3D-CADで設計した3D配管データをストレート配管、バンド配管、フランジ、ガスケットの種類ごとに分類する。

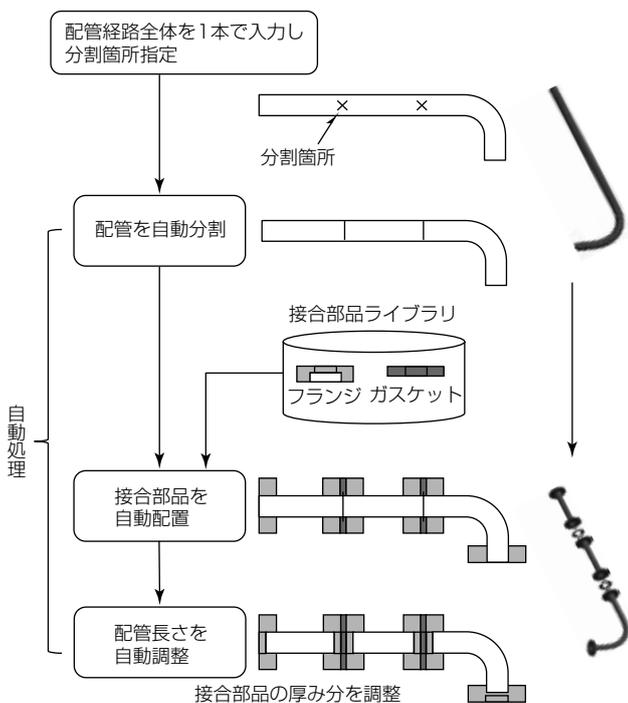


図5. 3D-CADにおける配管の自動分割

配管部品は材料データベースを基に配管素材などの追加属性情報を加えて、同一部品を自動集計する仕組みとしている。また、接合箇所に必要なボルトとナットの締結部品は、利用しているフランジの種類と関連付けを行うことで自動集計する仕組みとしている。この仕組みによって、配管部品の正確な手配とともに、手配情報作成にかかる作業時間の短縮を実現している。

正確な設計と正確な手配によって、現地据付工事では、両側にフランジを組み付けた正確な長さの部材を搬入し取り付けることが可能になり、現合レスを実現して施工期間を短縮している。

### 6. むすび

3Dスキャナを活用して現地設備を含む建屋の形状を取得し、取得した3D点群データを利用した3D-CADによる設計手法を確立したことで、据付工事現場の形状に合わせた正確な設計と正確な手配を行うことができ、現合レスによる施工期間短縮を実現した。

3D点群データの活用範囲は幅広く、既存機器と3D-CADで設計した新設機器の置換え検証、新設機器の搬入経路及び動的干渉確認、搬入経路アニメーションの作成を行うことが可能である。また、仮想空間における疑似体験が可能なVR(Virtual Reality)技術との連携も進んでおり、現地の3D点群データを基にしたVRを用いた組立性・操作性検証といった様々な場面における活用が想定される。

今後、現実にある形状を3D-CADデータとして取得して活用できる場面やニーズは増えていくと考えられる。これらの活用技術を更に向上させ、あらゆる分野と融合した技術開発と新たなソリューションの提案によって社会貢献に努めていく。

### 参考文献

- (1) 松沼千央, ほか: 画像特徴量を用いた大規模点群データからの円柱面と矩形面の検出, 日本機械学会論文集(C編), 76, No.772, 540~545 (2010)
- (2) 増田 宏: 大規模計測点群のための形状処理技術, 精密工学会 サイバーフィールド構築研究分科会 第2回分科会 (2010)  
[http://www.nakl.t.u-tokyo.ac.jp/~masuda/papers/cyberfield\\_2010\\_6\\_4.pdf](http://www.nakl.t.u-tokyo.ac.jp/~masuda/papers/cyberfield_2010_6_4.pdf)

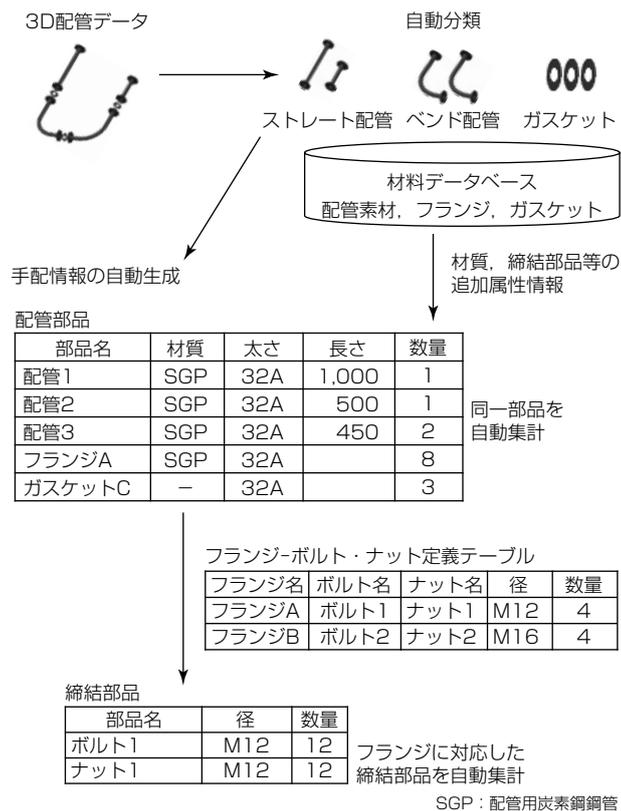


図6. 配管部品手配情報の自動抽出