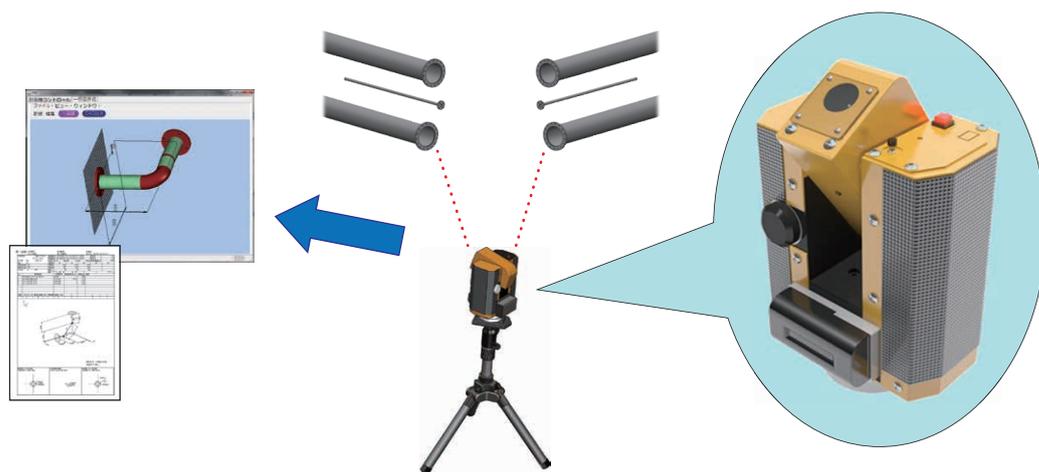


# 現場生まれの 三次元レーザ計測システム

プラント建設現場などで活躍する  
レーザ式現合配管計測・設計支援システム **InSight Eye**

現場で失敗や苦勞の多かった現合配管製作。「InSight Eye」はメカトロ技術と ICT（情報通信技術）を融合させ、熟練者の手を借りなくても簡単に計測・作図が可能。品質向上、工期短縮、コスト削減に貢献します。

株式会社 IHI エスキューブ  
アドバンスドソリューション事業部 森 浩一



システム構成

## 三次元レーザ計測システム

プラント工場の配管現場ではどのようなことが起きているのか？

プラントのような大型構造物はほとんどの場合、構造物をまず細分化したブロックに分けて製作し、最終的にそのブロックを組み立てて建造される。このブロックには水・油・ガスなどの配管も付いており、組み立て時にブロック間の配管端に接続用の管を挿入してつなぎ合わせる。この接続用配管を現場合わせ管、略して現合管と称し、その数は、新規プラント建設時には膨大な本数となる。そしてこの現合管を製作するために、ブロック同士を結合した後で多数のフランジ

とフランジの相対位置関係を計り、その間をつなぐ部品として一品一品製作する。

フランジの相対位置を計ると一口で言っても、そんなに容易なことではない。ボイラプラントの現場などは狭く暗い上に計測機器は不十分、ほとんどが手作業で匠職人の腕の見せ所でもあるが、計測箇所が多いと職人も大変である — しかも腕の良い職人は年々減っている —。厳しい作業環境のなかでやっとの思いで計測しても、計測誤差が大きい場合、製作した管が合わずに作り直すことになる。匠の技をもってしても実際に配管がつながるまでは「ひやひや」である。さらに現場で製作した配管は詳しい図面が残っていないことが多く、数年後に改造が発生した場合にはまたも

フランジの位置を計測することになる。

ある日、配管現場の職長がため息交じりで言った。「レーザポインタで指すように計測できないのか？」

レーザポインタで指す?? レーザなら小型の計測器が作れる!! 二つのフランジの距離とねじ穴の位置をレーザで精度良く計測すれば・・・

こうして開発されたのが、現物合わせ接続工程での正確な計測と、その配管図面を簡単に作製可能にした三次元レーザ計測システム「InSight Eye」である。これは、株式会社 IHI エスキューブ (IS3) と株式会社アイ・エイチ・アイ マリンユナイテッド (現: ジャパン マリンユナイテッド株式会社) の共同開発によって実現した。

## 現合とは

現物合わせの配管接続工程は、略して現合と呼ばれる。造船、プラント建設、ボイラの建設など、大型構造物を建造には必ずこの現合工程がある。この工程をもう少し詳しく説明しよう。

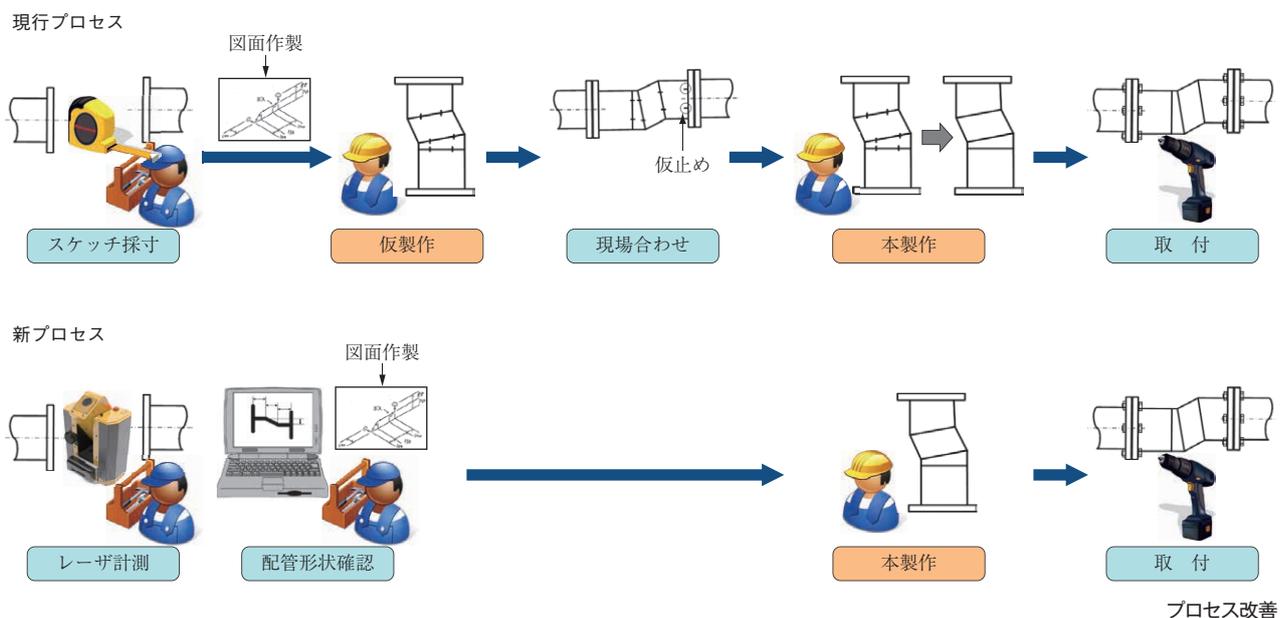
ブロックの中の配管は、仮に設計段階ではただの真っ直ぐな管であっても、最後につなぐ部分にはそれまでの工程で積み上げられた製作誤差がすべて集約され、ズレが発生してしまう。このズレをゼロにすることは不可能なので、ブロック間をつなぐ配管部品はあらかじめ製作することをせず、組み立て後の現物に合わせた「現合管」を製作する。

現合管の製作工程は、採寸 (現場) ⇒ 仮製作 (管工場) ⇒ 取り付け確認 (現場) ⇒ 本製作 (管工場) ⇒ 取り付け (現場) といった現場と管工場を情報と現物が何度も行き来する非常に手間の掛かる工程となっている。さらに、採寸工程では単に位置関係だけでなく、フランジ面の倒れやボルト孔の位置合わせなど考慮すべき要素が多数あり、三次元空間での採寸といった熟練工の特殊技術が欠かせない。

このような現合管製作の遅れは現合工程だけでなく全体の建造工程に大きく影響する。また、この工程で製作ミスが発生すれば再度採寸からのやり直しとなり、作業の遅れだけでなく、全体建造工程管理、現場での現物管理、さらには現場作業者の作業手順管理の煩雑化など、取り返しのつかない現場の混乱にもつながるため、この現合工程の改善が強く求められていたのである。

## ここが「いいね!!!」

現合工程の課題を解決すべく生まれた三次元レーザ計測システムとは、レーザを当てて簡単に計るだけでなく、計ったデータを PC に無線通信で送り配管図面の作成までできてしまう優れたものである。システム構成は計測器と PC、計測に必要な治具のみと極めてシンプル。計測したいフランジのどちらか片側にレーザ計測器、他方にレーザを反射させる球体のターゲット治具を取り付け計測する方法、もしくはフランジ両側



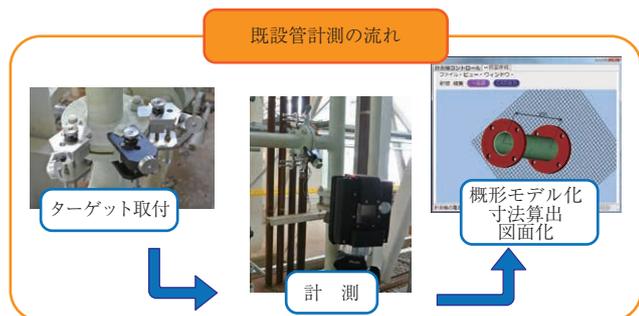
にターゲット治具を取り付け三脚に取り付けた計測器でそれぞれのターゲット治具をレーザポイントで狙う方法での計測が可能だ。そのデータは PC に送信され、自由に配管図面が起こせる。このシステムの開発の着眼点と特長を紹介する。

## (1) 小型・軽量・可搬性

狭い現場で計測器を持ち運び、取り付け作業をするには、小型で軽量でなければならない。IS3 はそのベースとして、比較的小型軽量の「トータルステーション」に着目した。トータルステーションとは測量の現場で広く使用されているものである。光で距離を測る機能と角度を測るセオドライト（トランシット）の機能を組み合わせたもので、角度と距離から対象ターゲットの位置を容易に求めることができる。このトータルステーションに「自動で対象ターゲットを探して距離と位置を計測する機能」を付加すれば現合の課題は解決できるとひらめいた。

モータ駆動によって自動運転を可能とし、レーザ距離計を追加して距離 + 角度による座標計算によって対象ターゲット位置を計測できるようにした。しかし、モータを組み込むのでどうしても重くなってしまう。光学系での計測なので部材もたまたま重量のある素材を使用せざるを得ない。精度を落とさずにぜい肉をそいだ軽くコンパクトな設計・製作が肝である。

こうしてできあがった計測器は、家庭用のビデオカメラとほぼ同等の大きさである。重さについては家庭用並みとはいかなかったが、可搬性には問題ない。また計測器はバッテリーで駆動し、PC とは無線通信でデータを送受信していることから、現場では非常に邪魔となる電線類が全くない。これが「いいね!!!」



既設管計測

## (2) 簡単設置・簡単操作・迅速計測

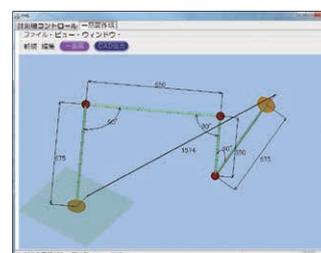
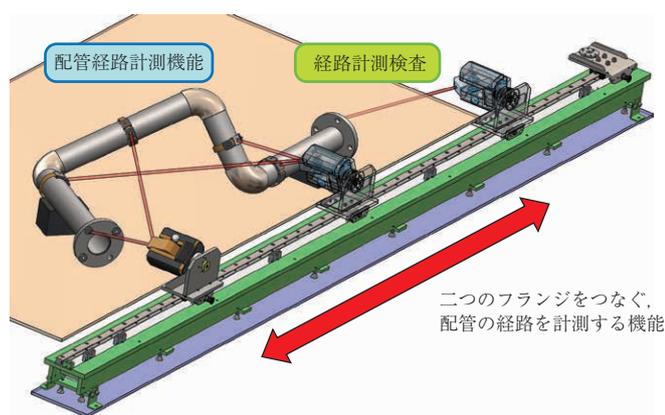
可搬性が高くて、設置作業や計測操作が複雑では意味がない。現場は配管の山、作業員たちは忙しいのだ。次から次に計測できて作業の効率化を実感できなければならない。計測器の操作は、「電源 on/off」と「計測」の二つのボタンのみで実施できるようにした。PC 上の測定指示画面や図面描画面面についても、現場作業者の意見を取り入れて直感的に操作できるように工夫した。また、計測には計測器を設置するための治具や三脚、フランジのねじ穴にレーザを反射させる球体のターゲット治具が必要であるが、これも現場作業者に何度も使ってもらい、簡単に設置できるように改良を重ねた。さらに計測方法についても、計測開始前にターゲットのある場所を作業者がレーザで指し示しておき、機械がターゲットを探すエリアを限定させて計測時間を短くするようにした。こうして、慣れれば 1 本の配管に 5 分も要しない計測方法を実現。これは「いいね!!!」

## (3) 配管経路を自動計算・3D 表示で形状確認・簡単編集

レーザ計測でフランジの位置が分かれば、現合管の形状、経路も計算によって求められる。構成する配管部品を JIS などの規格品から選定し、それに合わせる経路とすることで、設計者の考える配管と近くなるように工夫して、簡易的な自動設計システムとした。また、得られた配管形状を 3D 形状で PC 上に表示し、くるくる回して好きな方向から見えるようにすると同時に、自動設計された配管ルートに対して実際の現場で邪魔な干渉物がある場合などは、ルート変更や曲げ位置追加などの編集をその場で簡単に行えるよう機能を設けた。これが意外に「いいね!!!」

## (4) 製作図の自動生成・汎用 CAD データ出力

配管の形状・寸法を把握しているため、3D 形状から加工図面を自動で作製する機能も備えた。この機能の「いいね!!!」なところは、現場で作成した図面データを現場の PC から電子メールで工場に送り、工場ですぐに製作を開始できること。また、汎用 CAD に取り込むことができる 3D データ形式（IGES 形式）での出力が可能であり、設計事務所で全体図へ反映したり、より複雑な設計を追加



配管経路計測機能

したりすることもできる。

#### (5) タッチパネル対応

パラメータ入力や 3D データの回転など、PC 操作に不慣れな現場作業員も簡単に操作が可能。スマホ感覚で作業ができる。これは大変「いいね!!!」。今後普及するタブレット端末にも対応の予定だ。

### 多彩なオプション

さまざまな現場・工程でいっそう便利に使えるように、こんな機能もオプションとして用意した。

#### (1) マルチポイント計測

計測可能範囲内にある複数のフランジを一度に計測してフランジの位置をすべて表示する機能。ポンプなどプラント機器の配置が完了した時点で機器の取り付け部フランジを多数同時に計測し、その計測データを基に、現合管に限らず装置間の配管やバルブの配置などを設計するのに非常に便利な機能である。

#### (2) 既設配管および経路計測

既設配管計測用治具を使うと運転中のプラントでも計測が行える。そのデータに基づいて工場であらかじめ交換用の配管を製作しておけば、メンテナンスに入ると同時に交換ができ、プラントの停止時間を最小限にできる。またフランジ間だけでなくその間の配管経路を計測する機能も装備しており、全く同じ配管を製作することも可能である。

従来の現合では実際の配管を取り付けてしまうと計測は行わず、どのような形状の配管を製作したか

エビデンスが残らないのが一般的だった。本機能を使用すれば既設の現合管の図面を起すことが可能となる。

#### (3) 製作した配管の簡易計測機能

工場で完成した配管は図面どおりにできているか、現場に持ち込んでもよいか、事前に簡易的に検査するシステムを開発した。これは現場での計測方法に対して逆の発想によるもので、計測器を検査専用治具に乗せて、できあがった配管の双方のフランジにターゲットを取り付けて計測を行う。結果は配管の長さやフランジの傾き、ねじ穴の振り角度など 3D データで表示する。この機能は、現場で本装置を使用して計測した配管を工場で作成し、できあがった配管を出荷前に同じ装置を使用して検査を行うことで、製作不良を工場ですぐに確認できるという一石二鳥の優れものだ。

プラント建設現場で活躍を始めた三次元レーザ計測システム「InSight Eye」、造船現場ではすでに成果が上がっている同機能製品の「Smart Lock On」。これらを製造する IS3 は、これからもさまざまな技術と ICT を融合して先見性をもった新しいものづくりを支援提供していきます。

問い合わせ先

株式会社 IHI エスキューブ

営業推進部

電話 (03) 3213 - 7610

URL : [www.iscube.co.jp/](http://www.iscube.co.jp/)