

φ70 パイプ内部に収まる『三次元形状計測技術』

～パイプ内部の加工と同時に、オンサイト計測でリアルタイムフィードバック～

柏木鉄工株式会社

要素技術

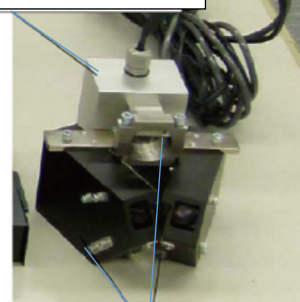
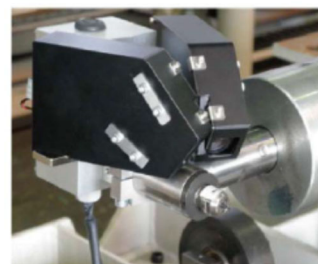
三次元計測

要素技術の概要

パイプ内面に高精度の加工を行う場合、加工→ワークの取り外し→計測→ワークの取り付け→補修加工という手順では、加工時間が長くなり、また補修加工の際の位置決め問題が発生します。

そこで弊社では、ワークの脱着を行わず、オンサイトで形状計測を可能とするため、三次元形状計測装置を小型化し、切削加工装置に実装するようにしました。この加工装置は、エンドミル部、非接触三次元形状計測部、それらを先端に保持してパイプに挿入するアーム部、認識した形状を解析しエンドミル操作にフィードバックする計算部から構成されます。計測部は小型化のため点光源格子投映法を採用し、サンプリングモアレ法による位相解析を行っています。

コントロールボックス

カメラプロジェクター
モジュール

実機取り付け写真

要素技術の特徴

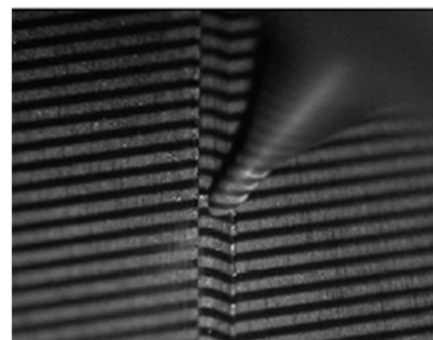
パイプ内面という厳しい条件下での精密な切削加工を、リアルタイム計測と計測結果のフィードバックとを同時に行うことで可能するため、三次元形状計測装置の小型化、高速化を図りました。

① サンプリングモアレ法による三次元形状計測部の小型化

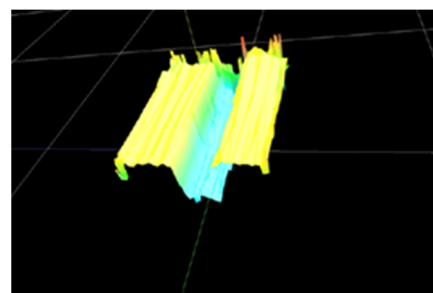
サンプリングモアレ法による位相解析により三次元形状を計測します。CCD カメラとプロジェクターのセットを2組使用し、左右の2方向から画像を投影、LED 光源を用いてガラス基板上の格子をワークに投影し、干渉して生じるモアレ像から三次元形状を計算しています。光源が格子のピッチに比べて十分小さい「点光源格子投影方式」を採用したことで、レンズによる結像が不要となり、ガラス格子からの距離に関わらず投影が可能となったことで格子投影部分の小型化を可能にしました。

② 三次元形状計測の高速化

サンプリングモアレ法は1ショット画像で三次元形状を取得できるという特徴があり、従来の複数の取得画像から三次元形状を求める方式に比べ高速です。また、サンプリングモアレ画像の解析についても、線形補間のテーブル化と三角関数のテーブル化による計算時間の短縮と、計算用の専用ハードウェアであるFPGA (Field Programmable Gate Array) の搭載により、画像解析時間の短縮化を図っています (参考：FPGA 搭載のサンプリングモアレカメラを使用した場合、使用しない場合と比べ2倍から3倍程度の解析速度が得られます)。



▲加工した溝のカメラ画像



▲加工した溝の3D表示



製品名 鋼管内部加工装置

開発
状況

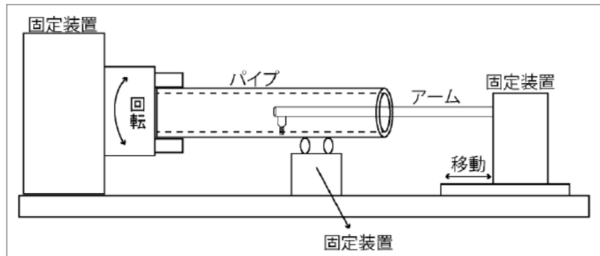
☐ 開発済

☒ 開発中

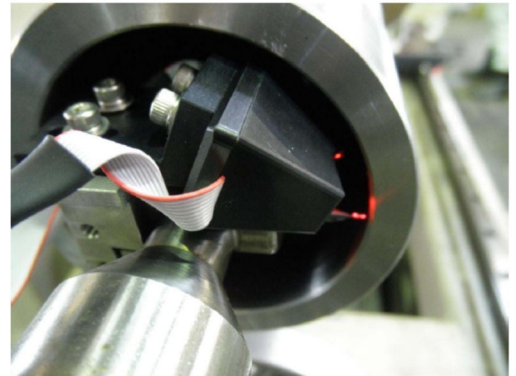
☐ アイデア段階

想定ユーザー 鋼管メーカー

鋼管の内側の傷検査では、精密な微細溝を加工したテストピースが使われます。このテストピースをオンサイトで形状計測とフィードバックを行いながら加工することにより、高精度な加工を効率的に行うための装置です。



▲テストピース加工装置のイメージ



▲パイプ挿入の様子

製品名 小型、非接触、高速の三次元形状計測

開発
状況

☐ 開発済

☐ 開発中

☒ アイデア段階

想定ユーザー 切削等機械加工メーカー、三次元測定受託サービス、医療分野など

例1「油圧シリンダー内面や油井管（鋼管）連結用のねじ切りなど高精度が要求される加工」

⇒油圧シリンダーや油井管（鋼管）連結用のねじ切りなど、高精度が要求される加工の品質管理において、本装置の応用が考えられます。今回開発した装置は、φ70のパイプ内面に端部からの奥行き3000mmの位置まで加工と三次元形状計測が可能です。

例2「大量生産品の抜き取り検査から全数検査へ」

⇒ベルトコンベア上を大量の製品（例えばワッシャ）が流れているような場面において、品質管理は抜き取り検査によることが多いと思いますが、今回開発した三次元形状計測装置を使えば、その非接触性と高速処理性を活かし瞬時に大量の形状計測が可能であり、全数検査も可能と考えられます。

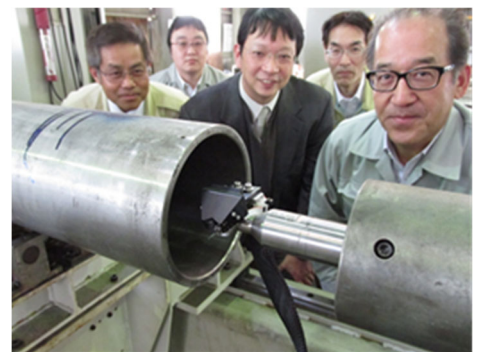
要素技術の高度化に成功した「開発の秘訣」

開発担当者

周 曉亮 / 業務企画部 営業企画課

当社は、製鉄所・鋼管メーカーの協力企業として、いろいろな加工請負サービスを提供してきました。その中から得られたニーズと、地元和歌山大学が有する三次元形状計測のシーズを結び付けて開発したのが本装置です。

三次元形状計測に用いたサンプリングモアレ法は装置の小型化と測定の高速化に適した方法です。この特徴をパイプ内面で、加工と同時に形状計測を行い、その結果を加工にフィードバックするために、切り粉のノイズ除去など現場で1つずつ問題を解決していきました。近年、光源となるLEDも小型化と光量アップが進み、より計測精度を高めた改良版を開発しています。



会社概要・問合せ先

企業HPへアクセス ▼

企業名： 柏木鉄工株式会社
住所： 〒640-8401 和歌山市福島 89
URL： <http://www.kashiwagi-tekko.co.jp/>

窓口担当者： 周 曉亮 / 業務企画部 営業企画課
TEL： 073-451-3131
E-mail： shu-shoyo@kashiwagi-tekko.co.jp

