

## 29 自動外観検査システムの開発

中本裕之, 松本哲也, 三浦久典, 安東隆志

### 1 目 的

日本が世界に誇る優れた技術の 1 つにものづくり技術がある。熟練の技術者と高度に調整された機械が生産した製品は、加工精度が高く世界から注文が相次ぐ一方で、製品の信頼性やブランド性を維持するため、適切に品質を管理し出荷しなければならないという課題を抱えている<sup>1)</sup>。この品質管理には目視検査が多用されてきたが、厳しい製造コスト削減や世界的な不況下における長期間の受注減から、製造自体に関与していない目視検査員数が減らされる傾向がある。高度な加工と同様に目視検査も熟練を要するため、一度人数が減ると減る以前の状態に戻すには時間が必要であり、その場合には受注が回復しても検査の遅れから出荷が滞ることが懸念される。このような背景の中、現在ものづくり産業において自動外観検査に対する期待が高まっている。しかしながら、自動外観検査では多くの要素から構成されるため、ノウハウが無い場合は導入の敷居が高い。具体的には、画像処理を行うビジョンセンサや距離を計測するレーザー変位センサを主体として、良否判定を行うあるいはまとめるコンピュータや、対象となる製品を計測する位置まで移動させるアクチュエータなど多くの要素を接続し機能させる必要がある。また、コンピュータはもとよりビジョンセンサやレーザー変位センサなどは、最近では安価に購入できるようになってきているものの、導入の検討自体が目的の場合にそれらを一式揃えることは、やはり困難と考えられる。

そこで本研究では、企業から持ち込まれた検査対象の製品に対して即座に自動外観検査の適用の可能性を検証するための自動外観検査システムの開発を目的とする。主にビジョンセンサおよびレーザー変位センサ、コンピュータ、その他の検査に必要な機器をフレキシブルに組み立てることの可能なシステムとすることで、計測、信号処理から判定までの一連の検査の試行を短時間で可能とする。

### 2 自動外観検査システム

本研究で開発する自動外観検査システムは、レーザー変位センサとビジョンセンサ、照明（これらを以下、センサ部とする）、それらを移動、回転させるアクチュエータ（以下、駆動部とする）、コンピュータ（以下、処理部とする）を組み合わせる構成である。それぞれの主な仕様を次に述べる。

#### 2.1 センサ部

ビジョンセンサは以下の 3 つ機能を併せもつ。

- ・ CCD カメラにより画像を撮影する機能
- ・ 画像に対してフィルタ等の画像処理を施す機能
- ・ 画像から特徴量を抽出する機能

本研究では検証後に企業による導入を容易とするため、安価かつ小型でありながら欠陥検査、計測の項目が充実したビジョンセンサ（COGNEX 製、IN-SIGHT EZ-140）を選定した。産業用ロボットやシーケンサなどの外部機器との連携も容易に取ることができ、イーサネットによりコンピュータとの接続も可能であることから、本研究における柔軟な試行を可能とする。

次にレーザー変位センサに関しては、測定中心距離がセンサ面から 100 mm であり、測定範囲が±10 mm、分解能が 1.5  $\mu\text{m}$  のレーザー変位センサ（OMRON 製、ZX2-LD50）を 2 個選定した。2 個同時に使用することで、異なる 2 つの部位に対してセンサ面からの距離を同時に測定することや、対象物の両側を測定することでその部位の幅の計測が可能となる。出力は電圧のため、A/D 変換機能のある装置類と接続する必要がある。

#### 2.2 駆動部

駆動部としては、従来より保有していた自動ステージコントローラ（シグマ光機製、SHOT-204MS）を応用する。4 軸の同時制御が可能であることから、3 軸の並進と 1 軸の回転や、2 軸の並進と 2 軸の回転などの組み合わせで対象となる製品やセンサ類を姿勢を変えられる。並進ステージの主な仕様は、移動量が 100 mm、位置決め精度が 0.010 mm、最大移動量が 30 mm/sec である。回転ステージの主な仕様は、繰り返し位置決め精度が 0.020 deg、最大移動量が 30 deg/sec である。

#### 2.3 処理部

処理部のコンピュータに必要な要件としては、汎用的なプログラムを作成できる開発環境を備えること、レーザー変位センサの出力電圧を計測できるよう A/D 変換機能をもつことが挙げられる。そこで、Windows を OS とする PC に A/D 変換ボードを付加、Visual Studio 2005 を開発環境とし、これを処理部とした。

## 3 実験と結果

### 3.1 チップソーの検査

開発した自動外観検査システムの有効性を検証するため、県内の中堅企業が製造するチップソーの検査をアプ

リケーションとした。チップソーは建材などを切るための工具である丸鋸の刃であり、チップと呼ばれる硬度の高い部材が刃先に付加されている。チップの刃の角度や取り付け位置によって主に切断の性能が変わるため、品質保持のためには全数検査をすることが望ましい。しかし現状では、ダイヤルゲージを用いた接触式の検査や、投影測定機を用いた目視による検査がされており、時間と労力が必要となる工程である。したがって全数検査は当然ながら、出荷前の製品からの抜き取り検査でも1枚のチップソー上のすべてのチップの計測は困難である。

次にチップに関する検査項目を図1に示す。項目数は6である。そのうち、すくい角、先端逃げ角、横すくい角、先端傾き角の4項目は想定される角度が大きく画像として容易に撮影することが可能である。一方、側面向心角と側面逃げ角の2項目は1から2 deg程度であり、小さな角度であるため、画像から評価するのは難しい。そこで、本研究では前者4項目をビジョンセンサで直接計測し、側面向心角と側面逃げ角をレーザー変位センサで計測した距離から算出することとした。

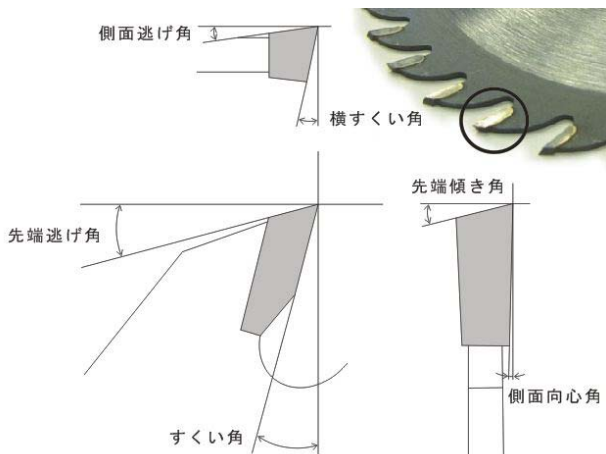


図1 チップの検査項目

### 3.2 実験

チップソーの検査用に組み立てた自動外観検査システムを図2に示す。図2の手前に2つのレーザー変位センサがあり、これらは側面逃げ角を計測するために配置した。図2の左上のビジョンセンサは、先端傾き角を計測する。図2の右上にチップソーがあり、自動回転ステージに固定されている。ブレッドボードとねじで各部品を固定するため、組み立てや組み換えが容易かつ短時間で可能である。

自動外観検査システムを用いてチップソーの各部の計測を行った。1周で32個のチップがあるため、自動回転ステージで11.25 degの回転を32回繰り返すことで1周分の計測を行った。1回の回転と計測で5 secとし、1周を160 secで計測した。表1は、1周分の平均値と標準偏差を示す。ビジョンセンサの結果については、基



図2 システム例

表1 実験結果 (単位は deg)

ビジョンセンサ	基準値	平均、標準偏差
すくい角	16	16.1, 0.5
先端逃げ角	16	16.2, 1.1
横すくい角	20	20.5, 0.7
先端傾き角	16	18.5, 0.7
レーザー変位センサ	基準値	平均、標準偏差
側面向心角	1.5	2.9, 0.5
側面逃げ角	1.15	2.1, 0.7

準値と結果の平均値の差が小さく標準偏差も小さいことから、安定した計測ができたことが分かる。一方、レーザー変位センサの結果について、基準値と平均値の差が大きく、それらと比較して標準偏差は小さい。この原因は、各角度を算出するために2点の計測が必要であるが、それら計測を図2に示すように異なった位置で行っており、チップソーの計測面に対する僅かな傾斜が計測する変位に影響を与えたためと考えられる。実際に自動並進ステージでレーザー変位センサを移動させて2点の計測をした場合は基準値とほぼ一致する結果が得られた。

### 4 まとめ

本研究では組み換えが容易であり、複数の試行を速やかに行うことが可能な外観検査システムを開発し、チップソーを用いてシステムの有効性を評価した。開発したシステムを今後の技術支援に有効に活用していきたい。

### 参考文献

- 平成18年度先端的外観検査技術に関する調査研究報告書、社団法人日本機械工業連合会・社団法人日本オプトメカトロニクス協会、(2007)

(文責 中本裕之)

(校閲 三浦久典)