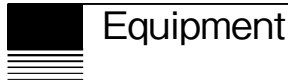


設備紹介



(株)大同キャスティングス タービンホイールの画像処理外観検査装置

1. はじめに

我々大同グループでは地球環境保全のため、製品そのものが環境負荷低減に貢献する「環境製品」の提供も使命と考えている。自動車関連ではHV、EV自動車モータ用磁石、ターボチャージャ関連部品などがあり、世界中で強化される排ガス規制への対応や燃費向上に貢献している。

(株)大同キャスティングス（以下、DCC という）は自動車、産機、発電などに使用される鋳造製品の開発・生産を担っており、特にターボチャージャの重要構成部品であるタービンハウジング（以下、TH という）、タービンホイール（以下、TW という）などの精密鋳造製品はその性能、品質、生産量ともに世界をリードしている。

TW は、DCC 独自の精密鋳造法で製造される小型・複雑形状の部品であり、高温下において高速回転させるため品質要求が厳しく（微細欠陥検出が必要）、従来、このような製品の検査は機器化が困難で、人が目視検査で行うしかなかった。一方、欧州圏内では統一排出ガス規制である Euro XX が制定され、燃費が良く、エンジン排気量をダウンサイズできるターボチャージャ搭載ディーゼル車の需要が旺盛となってきたことを背景に、DCC の TW 受注量も右肩上がりになっていった。しかし、従来の人手による検査方法では検査人員増大による原価率上昇など、収益確保と品質の担保が困難な状況となってきた。そこで大同特殊鋼(株)と DCC では、画像処理による TW の検査機器を開発し、さらなる客先品質向上を推進している。本稿では「TW 画像処理外観検査装置」として紹介する。

2. TW について

ターボチャージャは TH を筐体とし、エンジンからの排気ガスの噴出エネルギーにより TW が回転し、これ

に連結したコンプレッサホイールも同時に回転することでエンジンシリンダ内に圧縮空気を送り込み、大きな出力が得られるというものである（図1）。TW は高温の排気ガスにさらされるため、高い高温強度が必要であり、また TW の回転レスポンスを向上させるために薄肉・軽量化が求められている。

DCC の TW はロストワックス法で製造されており、さらに鋳型内部を減圧し吸引鋳造することにより薄肉成型が可能となっている。

TW 製造時の発生不良としては一般的に、ワックス起因、鋳型・鋳造起因、マテハン起因によるものに分類される。主な発生不良を表1に示す。

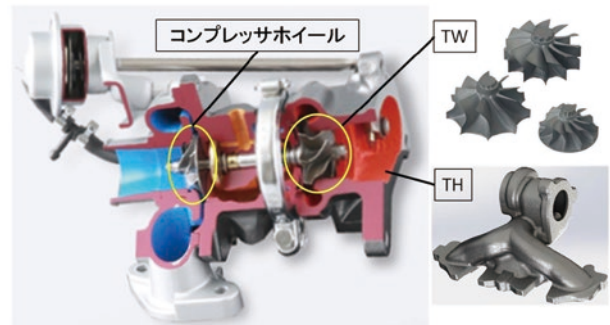
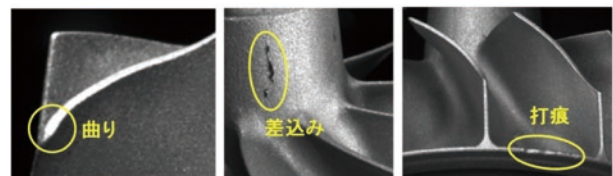


図1. ターボチャージャの構造^{1), 2)}

表1. TW で発生する主な不良.

分類	不良名称	図2
ワックス起因	翼変形, 肌荒れ	(ア)
鋳型・鋳造起因	凹凸, 差込み, 湯境, 湯廻	(イ)
マテハン起因	打痕, 翼変形, 翼欠け	(ウ)



(ア) 翼変形 (イ) 差込み (ウ) 打痕

図2. 不良の例.

3. 開発コンセプト

TWの機器検査化を実現するにあたり、以下のようなコンセプトをもとに開発を行った。

- ①多品種にわたるTW製品を検査可能であること
- ②検査タクトタイムは10 sec/個以下であること
- ③検査できない不感帯(死角)がないこと
- ④表1に示す不良の見逃しがないこと
- ⑤安定した検査システムであること

4. 装置概要

開発した検査装置外観を図3に示す。装置構成としては検査ステージ機構部、給集材機構部、画像処理部、モータ制御などの電装部からなっている。装置の上面図を図4に示す。以下、検査にかかわる主要な部分について詳細を記す。

1) 検査ステージ機構部

検査タクトの短縮と検査不感帯をなくすため、ワークすべての部位を撮像する11台のCCDカメラと20機程度の照明を2基の回転検査ステージ上に振り分け、並列検査を行っている。また、ワークをそれぞれの回転ステージ上でさらに独立で翼ごとにステップ送りしながら撮像している。したがって、1つのワークで撮像される画像枚数はワーク翼枚数×11(カメラ台数)+ α となり、翼枚数の多いワークで140枚程度、少ないものでも100枚を超える枚数となる。CCDカメラ、照明の位置はすべて固定で、ワークの種類、大きさ、翼枚数などに影響されないように最適な配置としている。

2) 画像処理部

撮像した画像に対し検査エリアのみを抽出し、検出すべき不良に適した画像処理(前処理、パターンマッチング、二値化、差分、エッジ検出、形状検出など)を独自のアルゴリズムにより構築し、OK/NGを判定している(図5)。

100枚以上の画像を検査タクトタイム内に判定処理しなければならないため、6台のPCにより並列処理を行っている。現在、複数の「TW画像処理外観検査装置」が稼働しており、それらは相互にネットワーク接続され、また検査画像を保存するためのネットワークドライブを備えており、判定した画像を後からオフラインで確認することが可能である。また、PCのシステムダウンを想定し、すべてのPCのHDDはRAID1(ミラーリング)構

成とし、HDD異常時の容易な復旧が可能となっている。

検査項目としては前述した不良判定の他に、重量測定、テレセントリックレンズによる寸法測定(図6)を行っている。

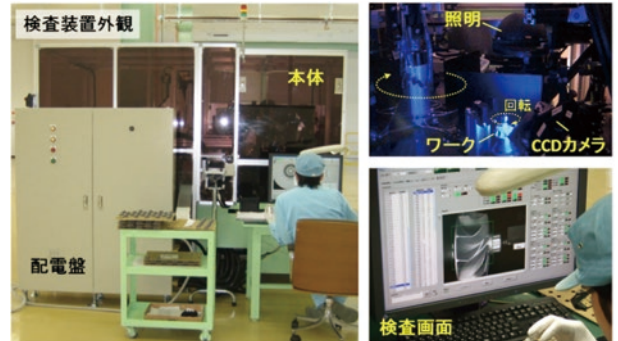


図3. 検査装置外観.

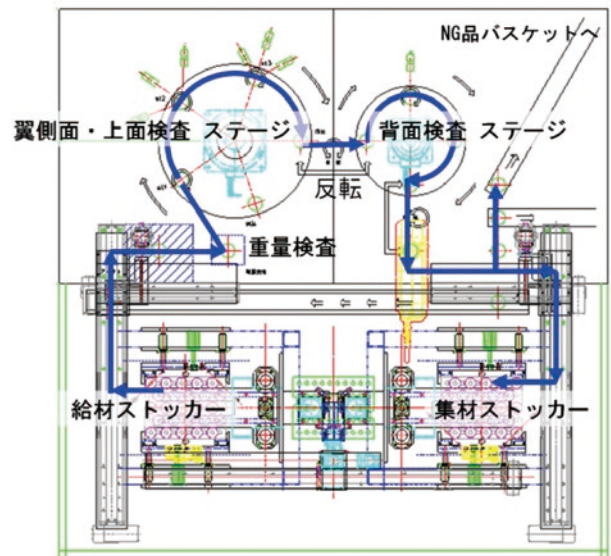
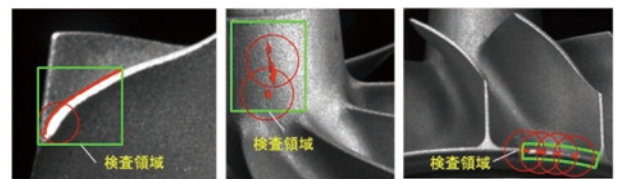


図4. 装置上面.



(ア) 翼変形 (イ) 差込み (ウ) 打痕

図5. 検査エリアと欠陥検出結果の例.

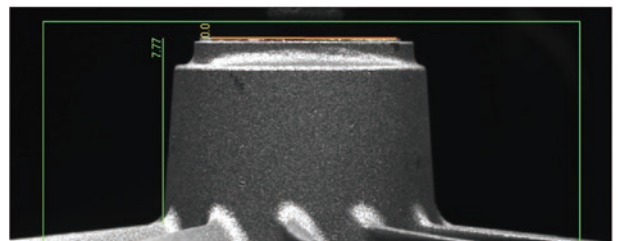


図6. テレセントリックレンズによる寸法検査.

5. まとめ

「TW 画像処理外観検査装置」は現在までに 8 台が稼働している（図 7）。製品種類、翼枚数などに制限されない自由度の高い検査が可能で、その性能については客先からの高い信頼も得ている。また、最近急速に進歩している AI 技術の一つであるディープラーニングを検査に取り入れることも検討中で、一層の性能向上が期待できる。

昨今、ターボチャージャはディーゼルのみならずガソリンエンジン車にも多く搭載されるようになり、排ガス規制の現実的かつ有効な手段であることは確かである。自動車の電動化が進んではいるものの、HV、EV、FCV の世界規模レベルでの普及にはまだまだ時間はかかると予想され、DCC としては TW、TH をメインとした製品のさらなる薄肉・軽量化をすすめ、「環境製品」としての特徴を生かしたモノづくりを推進していく所存である。

6. おわりに

今回紹介した「TW 画像処理外観検査装置」は TW を検査対象としたものであるが、複雑形状製品という点では、ギヤ、スプロケットなどはもちろん、多くの鍛造、ダイキャスト、切削アイテムの検査機器化（自動外観検査、自動寸法検査）に展開、貢献できるものと期待している。

（文献、引用）

- 1) 大同精密㈱ ホームページ
<http://www.daidoseimitu.co.jp/>
- 2) 大同特殊鋼㈱ ホームページ
<http://www.daido.co.jp/>

（問合せ先）

大同特殊鋼㈱
技術開発研究所
布施直紀
TEL：052-611-9422
FAX：052-611-9559
e-mail：n-fuse@ac.daido.co.jp



㈱大同キャスティングス
モノづくり改革部
芝田智樹
TEL：052-691-5191
FAX：052-691-5241
e-mail：SHIBATA@d-cast.jp



図 7. 検査装置導入状況.