

AIによるモータコア外観検査装置

1. はじめに

当社では、車載用モータのコア（以下、モータコアと呼ぶ）を製造販売している。その生産ラインでは、外観検査を行っており、モータコア（ステータコアおよびロータコア）に生じる擦り傷、打痕などの欠陥を目視にて検査している。この外観検査の品質向上と省人化を目的とし、AIによるモータコア外観検査装置を開発・導入した。

2. 開発の背景

モータコアはプレス抜きした鋼板を積層したものである。その欠陥は、擦り傷、打痕、鋼板のずれや浮き、変色、錆、汚れなど様々な種類がある。例としてステータコアに生じた擦り傷を図1に示す。検査はコア端面および積層面を全周に亘り行う必要がある。

しかし、光の当たり方、見る角度により検査精度が安定せず欠陥の見落としが発生する。更に検査員により合否判定にばらつきが生じるという問題がある。

このような点から目視のみの検査では限界がきている。自動化、省人化し同時に合否判定を一定化して品質の安定を図るため、外観検査をAIにより自動で行う装置を製作・導入した。その装置について紹介する。

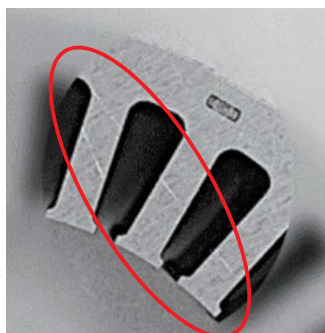


図1 ステータコア端面の擦り傷の例

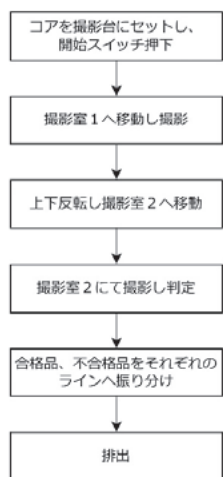


図2 基本動作フロー

のカメラを設置し、外部からの光を遮り撮影条件を一定に保つため簡易的な暗室にして、撮影室内上部に設置したリングライトでモータコアに光を照射する。

装置の基本動作フローを図2に示す。まず撮影室1にてモータコア端面、内径面および積層面の3面を撮影する。次にモータコアを反転し、撮影室2にて再度モータコア端面、内径面、積層面を撮影する。撮影したデータに対して画像AIを用いて合否を判定し、合格または不合格コンベアにそれぞれ排出する。動作イメージを図6示す。

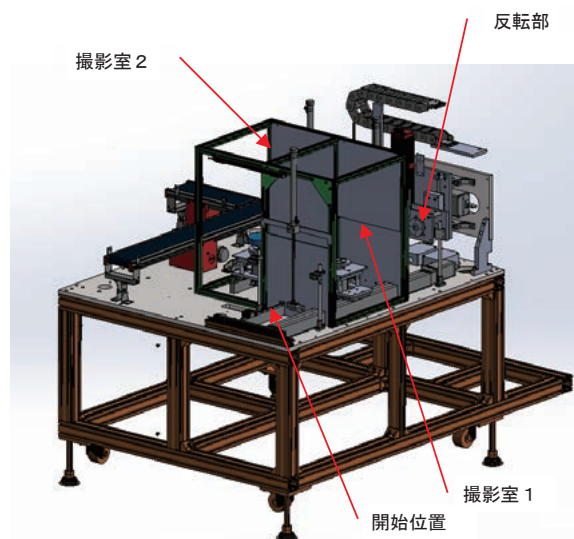


図3 外観検査装置



図4 装置外観

3. 検査装置

製作・導入した外観検査装置(図3、図4)は、2つの撮影室がある。撮影室を図5に示す。撮影室にはそれぞれ3台

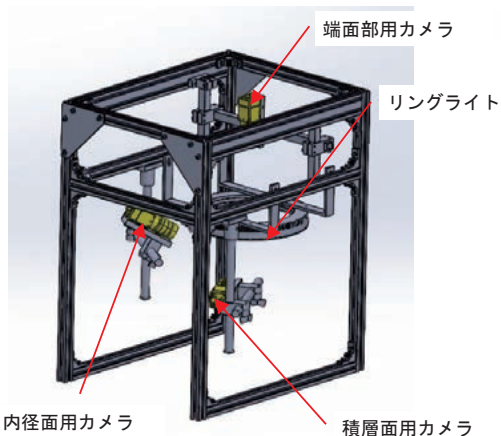


図5 撮影室

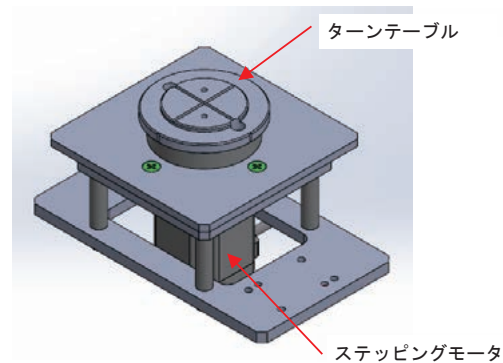


図7 回転台

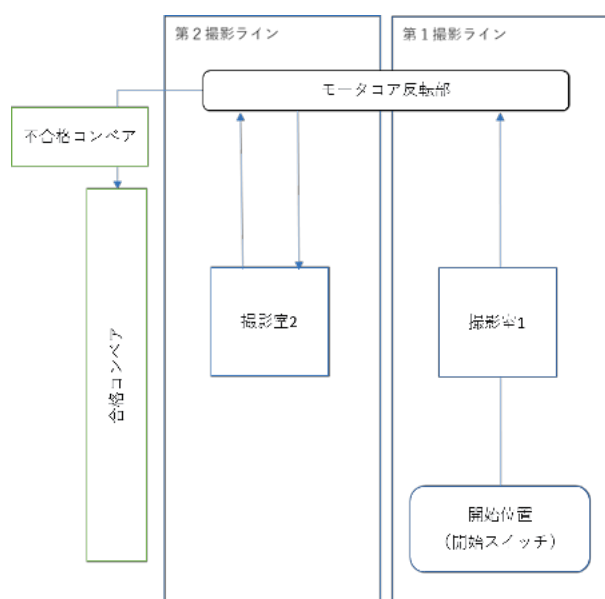


図6 動作イメージ

各撮影室では図7に示す回転台により30°ステップでモータコアを回転させて撮影する。積層面のみ、30°毎に錆の検出のためカラーで、内径面はモノクロで撮影する。端面はモータコアの向きによりキズを捉えられないことがあるため回転角度0°、120°、240°時にモノクロで撮影を行う。端面の撮影画像は1/4分割し、内径面と積層面はワーク以外をトリミングする。このように全ての画像を620×620[px]のサイズに揃え、合計72枚の画像を合格判定に使用する。

AIによる判定は約2秒、ワーク投入から排出までの検査時間は14秒/個である。同時に2つの撮影室で検査可能なため、約7秒間隔で合格品または不合格品が排出される。

画像AIは自社で開発したもの⁽¹⁾を使用する。機械学習による学習済みモデルについては、端面用、内径面用、積層面用の3種類を用意した。誤判定率は3%未満であり、不良品の検出率は100%である。

4. 導入の効果

AI検査装置の妥当性確認には多くの実証実験が必要となるため、現在データの収集を行っている。装置の導入により、外観検査を実施していた専任の人員を1ラインにつき2人から1人に省人化できる見込みである。

また、合格判定に使用した画像を保管するため、モータコア個々の識別を行うことができ、トレーサビリティも向上する。

5. あとがき

内製のAIを使用した外観検査の自動化は初の試みであったが、事前の課題を解決することができた。今後は判定精度を向上させるとともに、モータコアの識別、その他検査項目を増やすなど高機能化を図る。

参考文献

- (1)長江：「機械学習によるモータコアの傷検出に関する研究」愛知電機技報No.44(2022)