

部品損傷記録を活用した検査効率化技術

Inspection Efficiency Technology Using Part Damage Record



小嶋 良昌*1
Takaaki Oshima

柿山 優大*1
Yudai Kakiyama

道辻 健太*2
Kenta Michitsuji

竹ノ内 高子*3
Takako Takenouchi

部品修理サービス事業では、検査時に発見した部品の損傷に対し、廃却/修理などの処置判定を迅速に行うことが検査時間短縮を実現する重要な要素の一つである。三菱重工株式会社（以下、当社）は、部品の損傷状況を廃却/修理基準のデータベース(DB)と照合し、蓄積した損傷記録に基づき、廃却を早期に判定できる検査順を部品毎に動的に提示する技術を開発した。本技術は、社内複数製品の検査業務に適用しており、ある製品での検査業務では、検査に要する時間を短縮できる目途を得た。この技術により、部品修理サービス事業における検査業務を効率化・短期間化し、お客様からお預かりした部品のより早期の納品に貢献していく。

1. はじめに

部品修理サービスでは、検査によって得られた部品の損傷状況を、廃却/修理の判定基準と照合し、その結果に基づいて部品を廃却/修理する。しかし、廃却/修理基準が記載されたマニュアルと部品の損傷状況を照合する際、経験の浅い検査員にとっては、廃却の早期判定が難しく、結果的に、検査時間の長期化を招いていた。

本報では、廃却/修理などの処置判定を迅速に行う手段として、廃却を早期に判定するための検査順を動的に決定し、検査員に提示する技術を紹介する。また、本技術を当社製品の検査業務に適用した際の試行結果と、今後の展望についても紹介する。

2. 検査効率化技術

2.1 損傷情報記録・処置判定技術

検査作業を効率化し短期間化するためには、部品の損傷状況に応じた処置内容を最短で決定することが必要である。そこで、まず処置内容の自動決定のため、損傷状況と処置内容に対応付けたDBの作成に取り組んだ。はじめに、損傷記録及び処置判定のために必要となる、(1)損傷種類、(2)損傷度の入力項目、(3)処置判定基準に関して、各製品特有の情報に対する抽象化を行った。損傷種類については、部品材料の種別と損傷性質に基づき、亀裂、減肉、変形などの14種類の損傷に類型化し、損傷種類毎に記録すべき代表的な記録項目(長さ、深さ、個数など)を整理した。損傷度の入力項目については、類似した損傷の記録項目に基づき、①数値入力、②真偽入力、③列挙入力、④文字列入力の4種の入力パターンとした。最後に、処置判定基準については、各損傷に対する処置方法として、修理/廃却/処置不要の3種類が存在し、この処置は、部品、部品領域、損傷種類毎に、損傷度に応じて決定されるが、1損傷に対して複数の損傷

*1 デジタルイノベーション本部 EPI 部

*2 デジタルイノベーション本部 DI 戦略企画部

*3 デジタルイノベーション本部 BPI 部

度が存在する場合(例えば、長さと幅を記録するケースなど)もあるため、複数の損傷度をAND/OR 条件で組み合わせて、処置判定基準を設定可能とした。以上より、抽象化した損傷種類、損傷度の入力項目、処置判定基準に基づき、記録項目に対する処置判定基準とその判定結果を設定する(図1)。検査実施の際は、部品図面上に損傷位置を記録し、記録した損傷に対して損傷度を入力することで、事前に設定した処置判定基準を基に、当該損傷の処置方法を自動判定すること(図2)が可能になった。

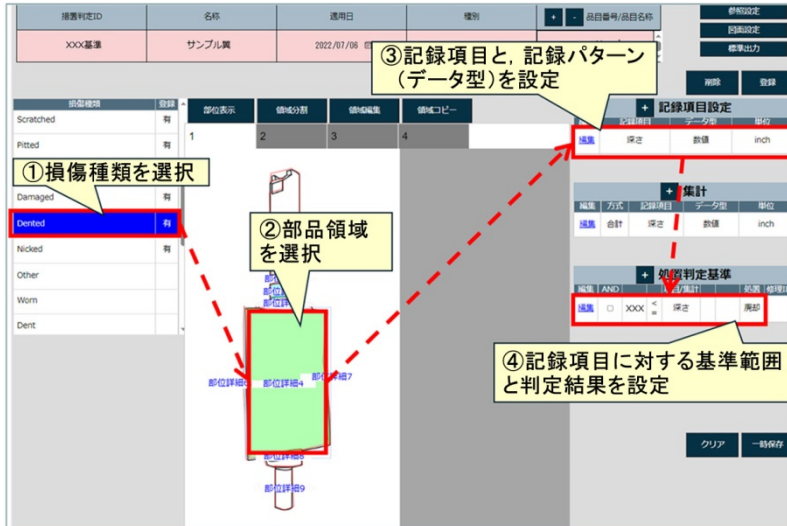


図1 損傷記録項目に対する基準範囲と判定結果を設定する画面

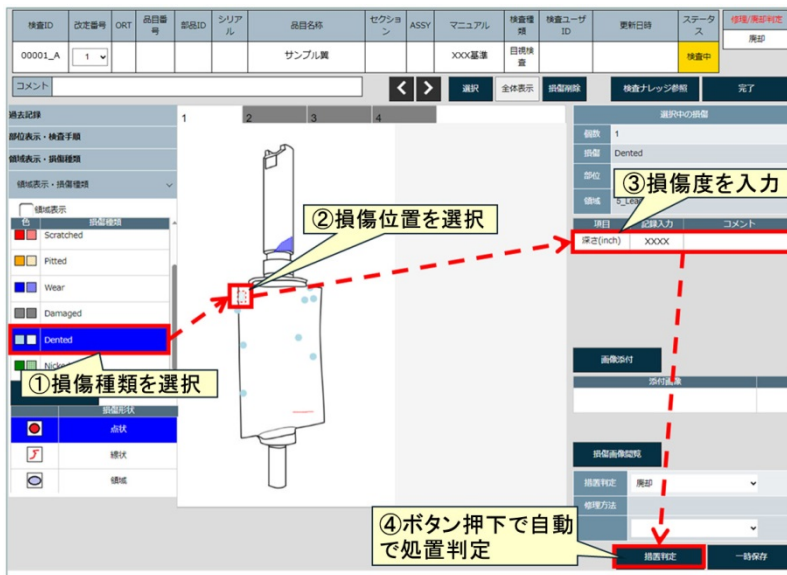


図2 処置方法の自動判定表示画面

2.2 蓄積した損傷記録に基づく検査順指示技術

2.1 節で述べた損傷情報のDBを用いて検査作業を効率化するためには、検査対象の部品に対して、廃却すべき状況にある損傷を早期に抽出することが必要である。廃却判定には、損傷度が廃却基準を超える場合、もしくは対象部品の各部位にかかる修理コストの合計が規定制限を超える場合があるが、廃却を早期に発見する検査順は検査員の経験や勘に依存しており、経験の浅い検査員にとっては廃却を早期に結論できる検査順の設計が難しかった。そこで、蓄積した過去の損傷記録から廃却すべき状況にある損傷を早期に抽出できる検査順を算出手法を開発した。開発した検査順算出手法の概要を示す(図3)。

早期に部品の廃却を判定できる検査順 X_i は、検査所要時間の期待値 $E(X_i)$ が最小となる検査順で求める。 $E(X)$ は、検査部品の部位毎(検査単位)の廃却判定となる確率 $p(n)$ と累積検査時間

T(n)で定式化し、p(n)は過去の損傷記録から上述した2つの廃却判定に対して算出する。また、T(n)を含めることで、単純な部位毎の廃却判定となる確率のみの検査順ではなく、時間も考慮した最早の検査順を求める。E(X)を求めるにあたり、検査部品の部位数 N によって計算時間が大きく変化するため、検査時間を考慮して、総当たり計算と最適化計算手法(局所探索法+ランダム多スタート法)を組み合わせ、E(X)を算出するアルゴリズムとした。上記考案した手法を活用して算出した検査順を損傷記録画面上で表示すること(図4)で、検査員が検査対象の部品に対し、最適な検査順で検査し、従来よりも早期に廃却判定することができ、検査時間短縮に繋げることができるようになった。

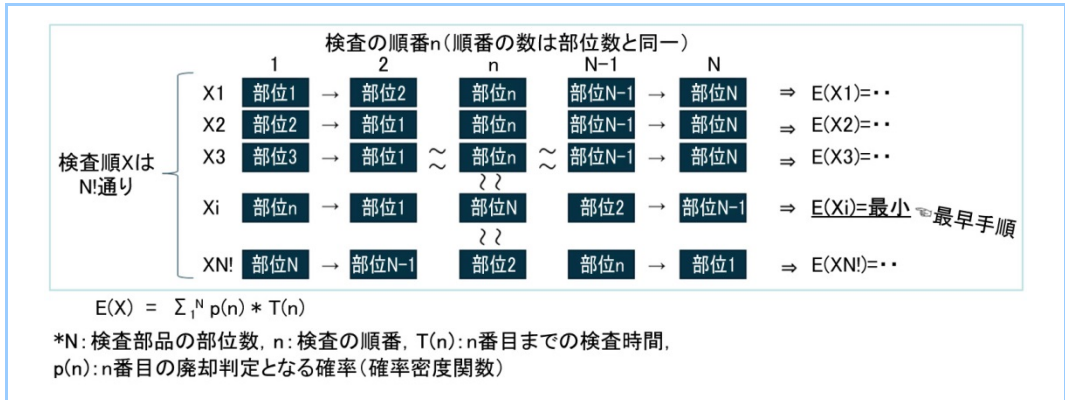


図3 検査順算出手法の概要

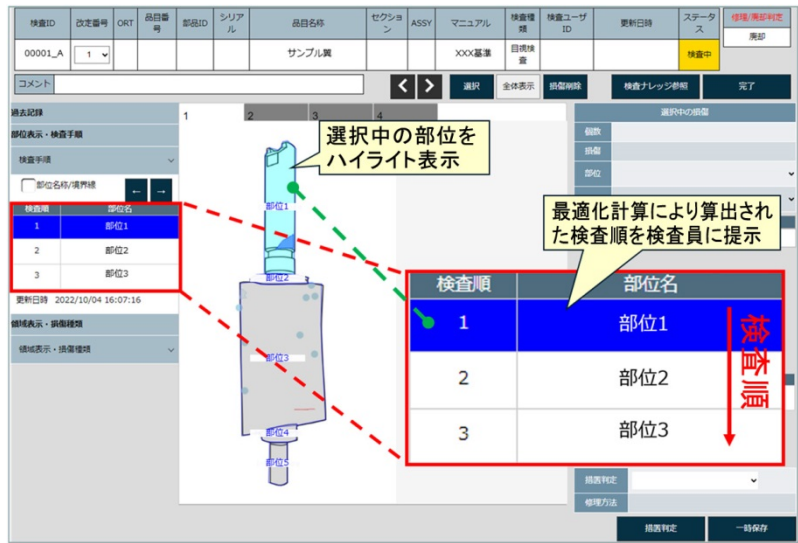


図4 最適な検査順を表示した損傷記録画面

3. 検査業務への試行結果

社内製品の2部品種を用いた検査業務を例題に、損傷情報記録・処置判定技術及び、検査順指示技術を試行した。試行では、2部品種に対し、予め処置方法が“処置不要部品”, “廃却部品”となるものをそれぞれ2つずつ準備した。従来手法と開発技術を適用した検査作業時間を計測・比較した結果を示す(図5)。いずれの部品でも従来手法の検査作業時と比較した結果、開発技術を適用した検査作業が検査時間の短縮を実現する目途を得た。

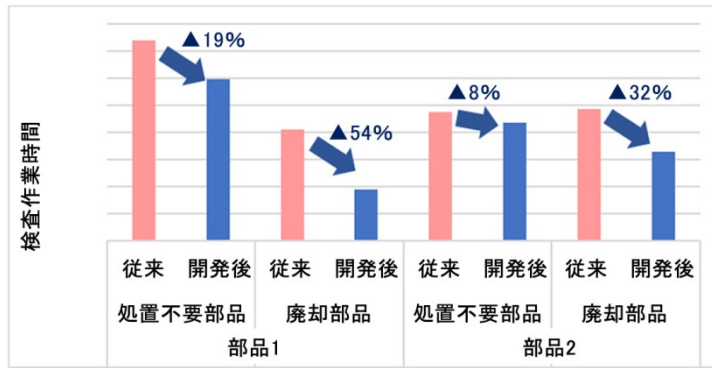


図5 従来手法と開発技術を適用した検査作業時間比較

4. まとめ

部品修理サービス事業における検査時間短縮を目的に、廃却/修理などの自動判定する損傷情報記録・処置判定技術と最適な検査順を動的に算出し、検査員に提示する検査順指示技術を開発した。また、本技術を社内製品の検査業務へ適用し、試行することにより、本技術が検査業務の効率化に有効であることを確認できた。

今後、当社の部品修理サービス事業に本開発システムを展開し、当社検査業務の効率化を図り、お客様からお預かりした部品のより早期の納品に貢献する。

参考文献

- (1) 柳浦睦憲ら, 組合せ最適化-メタ戦略を中心として-, 朝倉書店, 2001
- (2) 久保幹雄ら, 応用数理計画ハンドブック 普及版, 朝倉書店, 2012