

精密板金加工のための設計・計画統合システム - スケジューリングとネスティングの最適化 -

1. はじめに

近年の製造業を取り巻く環境は、原材料価格の高騰への対応や環境負荷の低減などが求められており、いかに原材料を無駄なく利用するかが課題となっている。一方で、ユーザの短納期化に対する要求も高まっており、迅速生産も同時に実現しなければならない。

本稿では、そのような課題を抱える生産システムの一つである精密板金加工生産システムを対象に、原材料の無駄の削減と納期遵守生産の両方を考慮した、作業設計・生産計画統合システムについて紹介する。

2. 精密板金加工の特徴

精密板金加工では、1枚の板材から複数の部品をカットして製品を製造する。そのため、作業設計において、板材に対する部品の加工レイアウトを決定するネスティングと呼ばれる作業が行われる。図1はネスティング結果の一例を示したものである。濃いグレーが部品を、薄いグレーが原材料の板材を示しており、部品以外の部分は端材となり廃棄される。そのため、このレイアウトの良し悪しが原材料の無駄の削減に大きく左右される。

一方、板材からカットされた部品は、その後、ばり取り、穴加工、曲げ、溶接、組立、塗装・表面処理などの工程を経て製品となる。しかしながら、各部品はこれらすべての工程で処理が必要ではなく、部品ごとに処理を必要とする工程が異なる。そのため、工程間で作業負荷のばらつきが大きくなりやすいという特徴がある。そのため、納期遵守生産を実施するためには、適切なスケジューリングを行う必要がある。

3. 設計・計画統合システム

ネスティングによって決定された加工レイアウトは、その後の加工工程の生産スケジュールに影響を与える。材料の無駄を削減するためには、同じ板材に複数の製品の部品を配置するのが有効であるが、そうすると納期の異なる製品の部品が混在することになり、これがその後の加工工程の作業効率の悪化を引き起こす。このように、「設計」と「計画」はトレードオフ関係にあるため、これらを同時に考慮する統合システムを開発した⁽¹⁾。

開発したシステムでは、設計と計画を同時に考慮するために、遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithm; GA) を用いてスケジューリングをしながら、

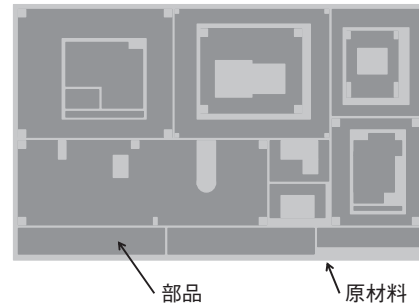


図1 ネスティングの例

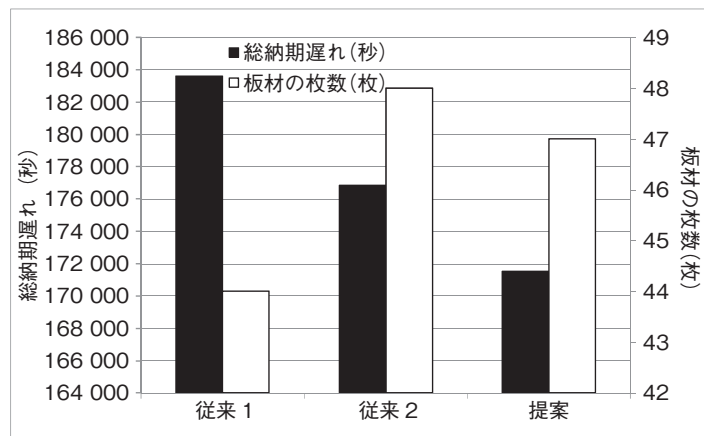


図2 実験結果 (総納期遅れと板材の使用枚数)

ネスティングもその手順の中に組み込むことで、スケジューリング結果をネスティングの実行に反映させた。

具体的には、GAを用いてスケジューリング問題を解くが、GAの各世代において生成された個体 (スケジュール) の作業実施順序をもとに、Bottom Left (BL) 法を用いてネスティングを行い、スケジュールと加工レイアウトの組合せを算出する。これにより、スケジュールの結果をネスティングの評価にフィードバックすることができ、かつGAの世代の進化に伴いネスティングを考慮しながらスケジュールを最適化することができる。

開発したシステムを用いて行った計算機実験の結果の一例を図2に示す。実験条件として、部品の種類が26種類、その中から複数の部品を組み合わせて構成される製品が10種類とし、各製品を10個ずつ生産するケースを作成した。GAパラメータは個体数30、世代数500、交叉率0.5、突然変異率0.5とした。評価関数は使用する板材の枚数および総納期遅れとした。

実際の生産現場と同様、ネスティング

を行った後スケジューリングを行う従来手法1、スケジューリングの後ネスティングを行う従来手法2と、ネスティングとスケジューリングを統合化した提案手法の結果を比較した。提案手法は最も納期遅れを最小化でき、かつ板材の枚数を従来手法2よりも抑えることができた。

4. おわりに

精密板金加工生産システムを対象とした作業設計・生産計画統合システムを紹介し、その効果を例を示した。今後は、より現実的な条件下で最適化を行えるよう手法を拡張すると同時に、精密板金加工に限らず、「設計」と「計画」をコンカレントに実行する汎用解法としての体系化に取り組みたい。

(原稿受付 2014年3月4日)

〔阪口龍彦 豊橋技術科学大学〕

●文献

- (1) Sakaguchi, T., Murakami, T. and Shimizu, Y., Integrated Operation Planning and Scheduling System for Sheet Metal Processing, Proc. of Asia Pacific Industrial Engineering and Management System, (2013-12), 1009.