

## 納期重視型スケジューリングにおけるジョブの割込みに関する考察

## — ボトルネック工程の段取り替え時間と納期遅れ評価基準の関係 —

(申請中) 関西大学大学院工学研究科  
01505614 関西大学工学部  
01013414 関西大学工学部  
01008014 京都産業大学経営学部

\*小川 雄一 OGAWA Yuichi  
冬木 正彦 FUYUKI Masahiko  
荒川 雅裕 ARAKAWA Masahiro  
井上 一郎 INOUE Ichiro

## 1. はじめに

ジョブショップ型生産形態を対象とする生産スケジューリング業務遂行部門で作成されるスケジュールに関しては、製造実施部門においてスケジュールに従って製造実施を行ったとしても、現実の製造進行にともなって実施内容と計画に乖離が生じ、納期遅れジョブが発生することが多い。乖離の発生原因としては製造実施時での(1)予測が困難な不確定要因の存在や、(2)“やりくり”の存在があげられる。“やりくり”の具体的な処理としては、加工物の先送りとジョブの割込みが挙げられる。(2)は現場監督者の判断のもとで納期遅れジョブや仕掛りの抑制をねらって行われている。しかし、スケジュール全体を考慮して適切に指示がなされているとは言えない。(2)はスケジュール作成段階で予想できることなので、あらかじめ“やりくり”の内容を考慮し、可能な限り乖離が小さくかつ総合的な評価が良くなるスケジュールの作成が望ましい。

製造実施時における“やりくり”の中で、加工物の先送りは加工の済んだロットの一部分を次工程に先送りすることであり、オーバーラッピングとも呼ばれている。オーバーラッピングにより、当該ジョブのリードタイムの短縮が期待される。これまでにシミュレーションベースのスケジューリング法においては、オーバーラッピングは取り入れられてきた。(ただし、オーバーラッピング処理法は必ずしも明示されていない。)一方、ジョブの割込みについては、既報<sup>(1)</sup>においてシミュレーションベースのスケジューリング法を提案し、一割込み例について方式の検討および割込みの有効性の評価を行っている。現実の製造現場ではジョブ割込みが生じると加工の済んだジョブの一部分は通常先送りされるのでオーバーラッピングが生じる。

本研究ではシミュレーションベースのスケジューリング法におけるジョブ割込みについて注目し、オーバーラッピングもゆるす条件下で、ジョブ割込みの特徴を数値実験により調べる。

ジョブの割込ませ方には多様な方法が考えられ、また数値実験における計画条件のモデル設定にあっても加工経路が完全にランダムな場合から現実の工場にみられるある程度“フロー”型に近いジョブショップの場合などが考えられる。ここでは、現実の工場を対象としたジョブショップ型のモデルを利用し、ジョブの割込ませ方を限定した条件下(3.2で後述する。)でジョブ割

みを検討する。

さらに、ジョブ割込みで段取り替え時間が問題となる工程は全体の結果に影響を及ぼすボトルネック工程と考えられることから、ボトルネック工程に注目し、ジョブ割込みによるその工程での段取り替え時間とスケジュールの納期遅れの評価基準の関係を調べる。

## 2. ジョブ割込みを考慮したスケジューリング法

スケジュール作成はシミュレーション法により行い、既報<sup>(1)</sup>で提案したジョブ割込みを考慮したスケジューリング方式を適用する。この方式ではジョブをロットというまとまりではなく、加工物単位でシミュレーションモデルを表現し、スケジュールを作成する。

## 3. 数値実験

## 3.1 計画条件データと実験方法

実験では典型的なジョブショップ型の機械加工工場における現実の加工条件に従って作成された計画条件データ50件を利用する<sup>(1)</sup>。各データに対して、ジョブの割込みを考慮して作成したスケジュールとジョブを従来のロット単位の加工として作成したスケジュールを比較し、ジョブの割込みの効果を検討する。

## 3.2 ジョブの割込みの条件

本シミュレーション方式では各工程においてジョブの作業・中断が可能な時点で優先度を比較する。(たとえば、機械の加工数量単位ごとにジョブの優先度を比較する。)

ジョブの割込みは、“割込みのタイミング”と、“割込ませるジョブ”の選択の組み合わせによって決まるものとする<sup>(1)</sup>。今回の数値実験においては、“割込みのタイミング”を‘一定加工数量後の各時刻’に、“割込ませるジョブ”の選択を‘納期余裕最小のジョブ優先規則(SLACKルール)’で設定する。ここでは、一定の加工数量に4を設定する。(これにより、加工数量が4毎に先送りが行われ、加工数量4以上のジョブが“割込まれるジョブ”の候補となる。)

さらに、‘割込まれるジョブの最小加工時間’を32時間に、‘割込ませるジョブの最大加工時間’を6時間に固定した限られた場合について検討する。

## 3.3 評価指標

結果の評価は以下の式で与えられる納期遅れの評

価基準によって行う。

納期遅れジョブ数減少割合

$$= (NI - NL) / NA \times 100 (\%)$$

段取り替え時間増加量 =  $TL - TI$

ここで、 $NA$  は計画対象の総ジョブ数を表わし、 $NI$ 、 $TI$  は割込みを考慮したスケジュールでの納期遅れジョブ数と当該工程の総段取り時間を、 $NL$ 、 $TL$  はロット単位のジョブ割付けによるスケジュールでの納期遅れジョブ数と当該工程の総段取り時間を表わす。納期遅れジョブ数減少割合では割込ませるジョブのみおよび計画対象の全ジョブを対象の場合の値を算出する。ただし、前者の場合は  $NI$ 、 $NL$  は割込ませるジョブについてのみの遅れジョブ数である。

### 3. 4 結果および考察

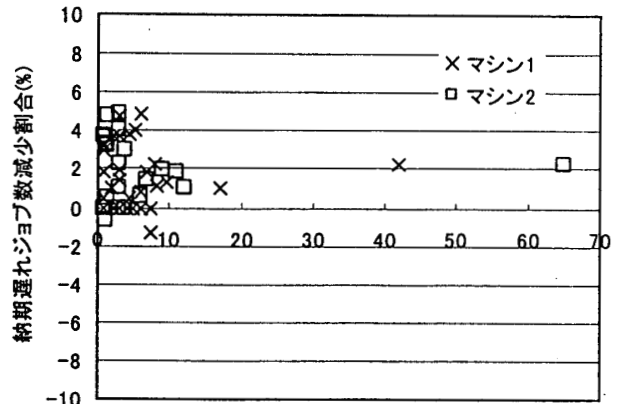
計画条件データではボトルネック工程における機械台数は2台(該当機械をマシン1と2とする)であり、データ50件中38件がその工程でジョブの割込みが生じていた。割込みが生じた38件についてボトルネック工程の2台の機械での段取り替え時間増加量に対する、割込ませるジョブの納期遅れジョブ数割合の散布図を図1に、全ジョブの納期遅れジョブ数割合の散布図を図2に示す。いずれの図においても2つの値に相関があるとは言えない。数値実験結果では、割込ませるジョブに関して納期遅れの数量が増加もしくは変化なしのデータは36件(95%)であった。全ジョブに関して納期遅れの数量が増加もしくは変化なしのデータは26件(68%)であった。これより、ボトルネック工程でジョブの割込みが行われたとしても、その工程で割込ませるジョブの納期遅れの指標値は良くなるとは限らないことがわかる。すなわち、ジョブがボトルネック工程で割込んだとしても、下流工程での割付けも考慮することが重要である。

一方、全ジョブに関してはジョブ割込みにより納期遅れジョブ数の減少の効果が現われる計画条件も存在する。この結果より、ボトルネック工程でのジョブの割込みにより割込ませるジョブの完了時間が早まるとは言えないが、全ジョブに関する納期関連の評価が良くなることは期待できることを示している。

### 4. おわりに

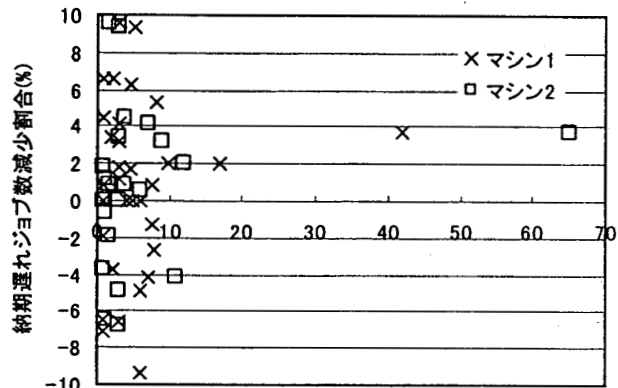
本研究では、製造実施時におけるジョブ割込みを考慮するスケジューリング法について、ボトルネック工程のジョブ割込みがスケジュールの納期遅れジョブ数に及ぼす影響を調べた。その結果、ボトルネック工程でのジョブの割込みにより、割込ませるジョブの納期遅れの評価基準が必ずしも良くなるとは限らないことや全ジョブに対する評価基準は良くなることが期待できることが示された。

本研究では限られた場合について調べたが、今後異なる条件の設定により詳細な検討が必要であろう。また、'割込まれるジョブの最小加工時間'と'割込ませるジョ



ボトルネック工程での  
段取り替え時間増加量(時間)

図1 割込ませたジョブに対する納期遅れジョブ数割合と  
ボトルネック工程での段取り替え時間増加量の相関



ボトルネック工程での  
段取り替え時間増加量(時間)

図2 全ジョブに対する納期遅れジョブ数割合と  
ボトルネック工程での段取り替え時間増加量の相関

ブの最大加工時間'を適切な範囲内で変化させることにより多様なジョブ割込みが行えることから、さらに納期遅れの評価基準に関して優れたスケジュールの作成が期待できる。

なお、数値実験遂行に協力して頂いた関西大学工学部学生の安部真介君・松田有司君に感謝いたします。

### 参考文献

- (1) 飯田他:「製造実施時のジョブ割込みを考慮したジョブショップスケジューリング方式の検討」, 日本機械学会関西支部第74期定時総会講演会, No.994-1, 7-27—7-28, 1999.