

製造遅延発生時の納期への影響推定手法

松村瞭† 北村真紀†

三菱電機株式会社 情報技術総合研究所†

1. 背景と目的

近年、製造業における生産方式は同一品種の製品を大量に生産する少品種大量生産方式から、顧客の要望に対応するために様々な製品を必要に応じて生産する変種変量生産方式に変化している。変種変量生産方式では、様々な種類の製品を生産するために製造ラインが複雑化していることに加え、日々変化する顧客の要望に短納期で対応することが求められている。

多くの製造現場では、製造工程ごとに生産スケジュールを記載した生産計画が策定され、その計画に従って製造が実行される。また、ある工程で遅延が発生した場合は、その遅延が製品の納期に影響を与える可能性を考慮し、生産計画の修正が必要かどうか判断しなければならない。

変種変量生産方式の製造現場では、計画修正の可否を即座に判断することが難しい。なぜなら、変種変量生産方式は製造ラインが複雑化し、製造遅延が様々な工程に影響を及ぼすため、製造遅延が伝播する工程の把握に手間がかかるからである。その結果、発生した遅延が製品の納期にどのように影響を及ぼすのか把握するまで時間がかかっているという課題がある。

そこで本稿では、製造遅延発生時に納期への影響を即座に把握することを目的とし、その検討内容を述べる。

2. 従来方式との比較

文献[1]では、製造遅延により納期遅れが発生した場合は警告を表示して、今後の最適な生産計画をシミュレーションによって算出する方式が述べられている。一方で、文献[2]では、生産計画時に定める製造の基本時間である基準タクトタイムと、製造実績データから算出する実績タクトタイムとの関係を分析する方式が述べている。これにより、生産中の製造遅延を考慮し、タクトタイムを修正することで生産計画の達成予想時刻及び延長予想時間を算出することが可能となる。これらの手法は、納期遅延が発生した場合の生産計画の修正に寄与する先行事例であり有用であるが、製造遅延により納期遅延が

発生しなかった場合には情報が出力されず、納期遅延に至らない製造遅延が発生し続けている状況では、実際に納期遅延が発生するまで生産計画の修正要否を判断できない可能性がある。本検討方式では、これらの従来方式で考慮されていない項目を考慮する。

3. 本検討方式

3.1. 前提条件

- 取引先からの注文情報、製造現場の設備能力、製造する製品の工程情報など生産シミュレーションの実行に必要なデータは記録されていることとする。
- 製造の進捗は、その製品の種類、工程ごとの着手、完了時刻を装置ごとに記録されていることとする。
- 製造遅延は、現在処理中の工程において、生産計画にある完了時刻を超過しているにもかかわらず完了時刻が記録されていない場合に、現在時刻を記録することとする。

3.2. 本方式の実現手法

本方式は生産シミュレーションと遅延影響予測の要素で構成される。

<生産シミュレーション>

生産シミュレーションは、取引先からの注文情報、製造現場の設備能力情報、製造する製品の工程情報などを入力することで、製造ラインモデルを作成し、生産計画を算出する。また、生産シミュレーションは、作成しておいた生産計画と製造実績を入力することで、生産計画における製造の進捗を適用し、製造実績にある実績以降の製造を予測する。製造の予測結果は、製品ごとの製造完了時刻として出力する。

<遅延影響予測>

遅延影響予測は、ある製品の製造遅延を含む製造実績、生産完了予定時刻、納期を入力することで、製造の遅延許容時間を算出する。遅延許容時間は、納期に対する生産完了予定時刻の余裕時間から、現在の製造遅延が継続した場合における許容時間として定義する。

本方式を実現するデータフローを図1に示す。

“Impact Estimation Method on Delivery Date when Manufacturing Delay”

†Ryo Matsumura, Maki Kitamura

Information Technology R&D Center, Mitsubishi Electric Corporation

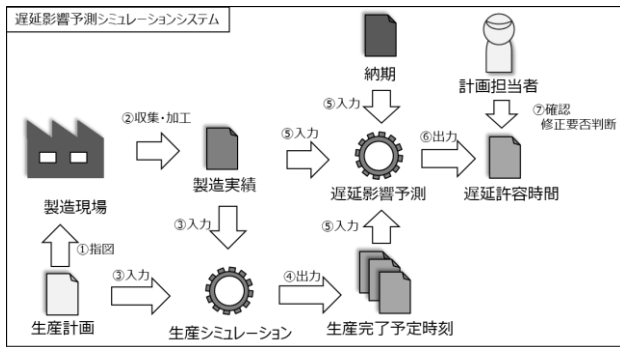


図1 納期遅延の影響推定手法データフロー

初めに、注文を基に作成された生産計画を製造現場に指示する。製造現場では生産計画に従って製造し、製造の進捗や製造遅延を製造実績として蓄積する。生産計画と製造実績を用いて生産シミュレーションを行い、製品ごとに生産完了予定時刻を算出する。算出した生産完了予定時刻と納期を比較して、納期と生産完了予定時刻との差を遅延許容時間として出力する。生産計画の計画担当者は、遅延許容時間を参照して現在の製造遅延への対応を判断する。

3.3. 遅延許容時間の算出手法

遅延影響予測の処理順序を表すフローチャートを図2に示す。遅延許容時間の算出手法は、生産シミュレーションによって算出された生産完了予定時刻を納期と比較したときの結果によって二つの場合に分けられる。

＜生産完了予定時刻が納期を超えている場合＞

ある製品において、生産シミュレーションによって算出された生産完了予定時刻が納期を超えていた場合は、この製品が現在収集した製造実績の時点で納期遅延を起こしていることが分かる。この場合遅延影響予測は、納期遅延の警告を表示し、遅延許容時間の代わりに現在の製造実績を遅延発生時間として出力する。生産計画の計画担当者は、納期遅延の警告と遅延発生時間を確認することで、即座に該当の製品の製造遅延へ対策することが可能となる。

＜生産完了予定時刻が納期を超えていない場合＞

ある製品における、生産シミュレーションによって算出された生産完了予定時刻が納期を超えていない場合は、現在の製造実績の時点では納期遅延まで余裕時間があることが分かる。この場合遅延影響予測は、製造実績を指定時間 x だけ増加させた上で、再度生産シミュレーションを実行する。その後、再シミュレーションの結果得られた新たな生産完了予定時刻を納期と比較する。以上の処理を生産シミュレーションによって算出された生産完了予定時刻が納期を超えるまで繰り返す。 n 回目の再シミュレーションで生産完了予定時刻が納期を超えた場合、その生産完了予定時刻を算出する入力とした製造実績

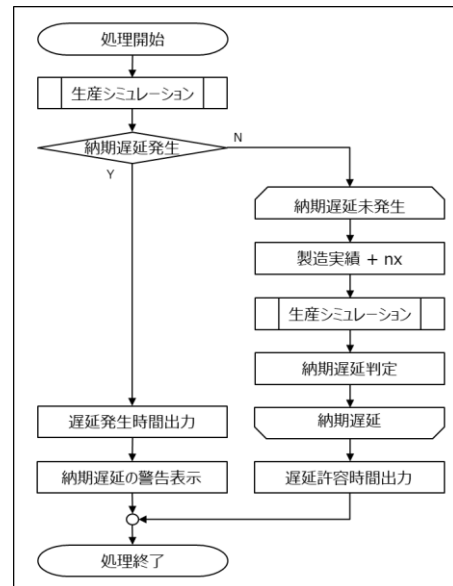


図2 遅延影響予測処理フローチャート

の増加時間を参照し、直前の増加時間 $(n-1)x$ を遅延許容時間として出力する。

3.4. 想定される効果

製造遅延が発生した際に、その製造遅延によって生産完了予定時刻が遅れ、納期遅延を発生させる場合は、警告を表示することで即座に状況を把握でき、生産計画の修正要否判断を支援することが可能である。また、その製造遅延が納期遅延を発生させない場合は、納期遅延が発生しない限界の時間である遅延許容時間を出力することで、納期に影響する直前の製造時間を把握することができ、納期に影響する前に製造遅延への対応要否判断を支援することが可能である。

4. 今後の取組み

本方式を製造現場に適用し、導入効果の検証と課題抽出を行う。さらに、本方式では製造実績情報の取得手段について検討していないが、実際の製造現場では様々な機器が存在し、それぞれの機器から本方式に必要な情報を整理して抽出することは難しい。そこで、製造業向け IoT プラットフォームと連携し、製造現場の機器に依らず必要なデータを抽出できる方式を検討する。

参考文献

- 1) 株式会社デンソー, 生産システム, 特開 2020-098541, 2020-06-25
- 2) シャープ株式会社, 生産計画達成予測時刻及び延長予想時間算出装置、生産計画達成予測時刻及び延長予想時間算出方法、生産計画達成予測時刻及び延長予想時間算出プログラム及び記憶媒体, 特開 2010-170330, 2010-08-05