



生産システムの最適設計と運用管理に関する研究

安田, 一彦

(Degree)

博士 (学術)

(Date of Degree)

1983-03-31

(Date of Publication)

2008-05-30

(Resource Type)

doctoral thesis

(Report Number)

甲0424

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/D1000424>

※ 当コンテンツは神戸大学の学術成果です。無断複製・不正使用等を禁じます。著作権法で認められている範囲内で、適切にご利用ください。



| | |
|---------|-----------------------------|
| 氏名・（本籍） | やす だ かず ひこ 安 田 一 彦 （群馬県） |
| 学位の種類 | 学 術 博 士 |
| 学位記番号 | 学博い第24号 |
| 学位授与の要件 | 学位規則第5条第1項該当 |
| 学位授与の日付 | 昭和58年3月31日 |
| 学位論文題目 | 生産システムの最適設計と運用管理に関する研究 |

| | |
|---------|-----------------------|
| 審 査 委 員 | 主査 教授 岩 田 一 明 |
| | 教授 中 西 英 二 教授 松 本 隆 一 |

論 文 内 容 の 要 旨

本研究では主に機械加工生産システムを対象に、その最適設計段階で極めて重要な位置を占める設備配置計画と運用管理段階の中心的課題の一つである生産スケジューリングに対して、数理計画法を援用したシステム工学的アプローチにより、生産システムの最適設計法ならびに運用管理手法の確立の足がかりを与えようとする試みがなされている。これら研究成果をまとめた本論文は8章より成り、それらは次の二つの主題に基づいている。

- (1) 生産システム設計における設備配置計画に関するもの
（第2，3，4，5章）
- (2) 生産システム運用における生産スケジューリングに関するもの
（第6，7章）

全般を通じ、多品種少量生産の機械加工工場によく見うけられる基本的な生産システム構造を対象に、設備配置計画ならびに生産スケジューリングに関するいくつかの新しい方法論が提案されている。本論文における各章の内容要旨は次のとおりである。

第1章の緒論では、本研究の目的を明らかにし、本論文の構成を述べた。あわせて、第2章以降著者が研究対象として取り上げた設備配置計画ならびに生産スケジューリングの基本的考え方を簡単に説明した。

第2章では、設備が直線的に配置されるライン生産システムの設備配置計画について論じた。ここでは、まず設備間の運搬量が一意に与えられたもとで、総運搬費用を最小にする最適設備配

置を決定するための最適化アルゴリズムを提案した。さらに、物の流れがきびしく制約されるライン生産システムにおいては、製品生産量の変動を考慮した上で設備配置を行うことが重要であることを論究し、期待総運搬費用と期待総運搬損失費用の評価基準を新たに提案した。そして、期待総運搬費用最小化の最適設備配置計画には提案した最適化アルゴリズムが適用可能であることを明らかにし、期待総運搬損失費用最小化の最適設備配置に対してはその決定手順を与えた。

第3章では、代替設備シーケンスを考慮した循環形生産システムの設備配置計画について論述した。一般に生産の対象となる部品の各加工工程に対して、代替設備が存在する 경우가少なくない。このような場合、各部品の代替設備シーケンスを考慮して設備配置を行うことが、経済的かつ円滑な物の流れを実現する上で極めて重要である。ここでは、設備シーケンスの代替性と運搬の方向を考慮した循環形生産システムの設備配置計画を2レベルの階層構造をもつ最適化問題と考え、各部品の最適設備シーケンスと設備の最適配置を同時に決定するための最適化アルゴリズムを提案した。さらに、数値計算例を通して、提案したアルゴリズムの妥当性と有効性をも検証した。

第4章では、グループ・テクノロジーの概念に基づくセル構造生産システムの設備配置計画について考究した。ここでは、セル配置と各セル内の設備配置の決定を統合したセル・レイアウト問題を提唱した。また、設備配置問題に対する近似解法として、広くその有効性が実証されてきた総入替法の欠点の一つを明らかにし、これを解決するための手法を新たに提案した。ついで、提案手法が従来法より優れていることも数値実験により検証した。さらに、提案したセル構造生産システムのセル・レイアウト問題とその設計法を具体的に説明するために、セル・レイアウトの一設計例を例示した。

第5章では、工場レイアウト設計における設備配置計画の自動化を図るためのコンピュータ援用設備レイアウト計画システムを開発した。本システムの開発にあたって、レイアウトの対象となる工場や設備の面積と形状を記述するための新しい方法を提案した。また、配置対象の全設備を配置可能な候補場所の多少に応じて、4種類の設備グループに分類する考え方を述べた。ついで、総設備レイアウト費用最小化の設備レイアウト問題を定式化し、最適設備レイアウトを得るための最適化アルゴリズムを提案した。さらに、提案アルゴリズムの効率化を図るために、分岐限界操作を容易に実施しうる方法についても検討した。そして、開発した本システムの工場レイアウト設計における設備配置計画への適用例を簡単なケーススタディで例示し、本システムへの必要な入力情報と得られる結果についても述べた。

第6章では、生産システムの運用管理の観点から、フローショップ生産システムの生産スケジューリングについて論究した。ここでは、バッファ容量に制約があり、部品ごとにその処理順序が異なり、さらに各部品の各工程には複数の候補機械が存在する柔軟性に富んだフローショップ生産スケジューリング問題に対して、総所要時間最小化の最適生産スケジューリング手法を確立した。提案手法によれば、総所要時間を最小にするような生産システムへの部品の投入順序、各部品の各工程における使用機械および各使用機械での部品の負荷順序を同時に決定できることを

明らかにした。

第7章では、第6章に引き続きジョブショップ生産システムの生産スケジューリングについて議論した。ここでは、まず機械、搬送機器、バッファおよび作業者で構成されたジョブショップ生産システムを対象に、極めて現実的な生産スケジューリング・モデルを構築した。ついで、総所要時間を評価基準として、各部品の加工スケジュール、各機械の稼働スケジュール、各搬送機器の搬送スケジュールおよび各作業者の作業スケジュールを同時に決定する生産スケジューリング問題を設定し、ディシジョンルールを用いた近似解法を提案した。その際、機械、搬送機器および作業者の各平均稼働率の向上を意図した新しいディシジョンルールも提示した。さらに数値計算を通じて、提案した生産スケジューリング手法とディシジョンルールの妥当性と有効性を検討した。

最後に第8章の結論では、本研究で得られた主な成果を要約した。

論文審査の結果の要旨

本論文は生産システムの最適設計と運用管理の中心的課題、とくに設備配置計画と生産スケジューリングについて研究されたものである。本論文の内容は、(1)ライン生産システムの設備配置に関する解析的研究、(2)代替シーケンスを考慮した循環形生産システムの設備配置に関する解析的研究、(3)セル構造生産システムの設備配置に関する近似解法の研究、(4)コンピュータ援用設備配置システムの開発研究、(5)フローショップ生産スケジューリングに関する解析的研究、(6)ジョブショップ生産スケジューリングの近似解法の研究、の6部に大別される。これらの研究では、従来十分に解析されていなかった諸問題について、数理計画法を利用した解析手法を与えるとともに、数値計算を行い新しいいくつかの知見を提示している。また、コンピュータを援用した設備配置システムを開発している。

得られた主要な成果を要約すると、以下の通りである。

- (1) 設備が直線的に配置されるライン生産システムにおいて、(a)設備間の運搬量が一意に与えられたもとで総運搬費用を最小にする最適設備配置、(b)製品生産量の変動を考慮した上で期待総運搬損失費用を最小にする最適設備配置、を決定する解法及びアルゴリズムを与えた。
- (2) 代替設備を考慮した循環形生産システムにおいて、設備の代替性と部品の運搬の方向が与えられたもとで、各部品の最適設備シーケンスと設備の最適配置を同時に決定する最適化アルゴリズムを求めた。また、数値計算を通して、このアルゴリズムの有効性を明らかにした。
- (3) セル構造生産システムの設備配置計画として、セル配置と各セル内の設備配置の決定を統合したセルレイアウト問題を提案し、その近似解法を提案した。さらに、提案した解法が従来の総入替法より優れていることを数値実験により明確にした。
- (4) 工場レイアウト設計における設備配置計画の自動化を目的として、コンピュータ援用設備

配置システムを開発した。このシステムの開発に際して、工場や設備の面積と形状を記述する新しい方法を提案した。また、ケーススタディを用いて本システムの有効性についても検討した。

- (5) バッファ容量に制約があり、部品ごとにその処理順序が異なり、さらに各部品の各工程には複数の候補機械が存在するフローショップ生産スケジューリング問題に対して、総所要時間最小化の最適生産スケジューリング手法を確立した。提案手法によれば、総所要時間を最小とするような生産システムへの部品の投入順序、各部品の各工程における使用機械および各使用機械に対する部品の負荷順序を同時に決定できることを明らかにした。
- (6) ジョブショップ生産システムを対象に、現実的な生産スケジューリング・モデルを構築し、次いで総所要時間を評価基準として、各部品の加工スケジュール、各機械の稼働スケジュール、各搬送機器の搬送スケジュールおよび各作業者の作業スケジュールを同時に決定する近似解法を提案した。

以上のように本論文は、生産システムの最適設計と運用管理に関する独創的な研究であると認めることができ、種々の解析手法の開発と数値計算結果において重要な知見を得たものとして価値ある集積であると認める。また、本研究は機械、生産、経営、管理、システムなどの分野に関連する総合的な研究であり、生産システム工学及び経営工学に寄与するところが大きい。よって論文提出者 安田一彦は学術博士の学位を得る資格があると認める。