

部品自動供給技術の現状*

岡部佐規** 横山恭男***

Recent View on Automatic Parts Feeding Devices / Sakiichi OKABE and Yasuo YOKOYAMA

Key words: assembly system, parts feeding, parts handling, hopper feeder, orienting of parts, automatic assembly

1. はじめに

現今の趨勢としてさまざまな分野における社会的なニーズが多様化し、各種の工業製品においてもこれまでの機能重視の傾向から感性的要素の占める割合が増大して、ますます多様化の一途をたどっている。

このため、多品種生産に対処できるフレキシブルな組立システムの開発が重要な技術課題となっている。このようなシステムでは、さまざまな形状、寸法をもつ部品群の中から必要な部品を製品（機種）ごとに適宜切り替えて確実に整列、分離、供給する技術が要求され、部品供給技術の占める重要度はますます高まっている。

多品種生産システムにおいては部品の供給、さらに組付けツールやジグのハンドリングをも含めた総合的な補給管理システム（logistics）の構築が組立システム全体の成否を支配すると言っても過言ではない。

本稿では自動組立システムに主眼をおいた部品供給技術の現状について概説することにする。

2. 部品自動供給装置の分類

自動組立システムに用いられる部品供給装置をハンドリングプロセスにおける

* 原稿受付 平成2年11月3日

** 正会員 金沢大学工学部（金沢市小立野2-40-20）

*** 正会員 石川工業高等専門学校（石川県河北郡津幡町北中条）

部品の荷姿によって分類すると連続供給方式、製造供給方式、配列供給方式、整列供給方式（ばら積み供給方式）の4方式に大別することができる。さらにそれぞれの供給方式は給送のメカニズムや装置の構造等によって何種類かの方法に分類することができ、それらをまとめて示したものが図1である¹⁾。

これらの各方式では部品の形状・寸法・性状等によって供給の効率や信頼性が大きく左右される。このためそれぞれの方式の機能を十分に把握し、また、次に示すような事項を総合的に配慮しながら最適と思われる装置の選択を行わねばならない。①装置の特性（大

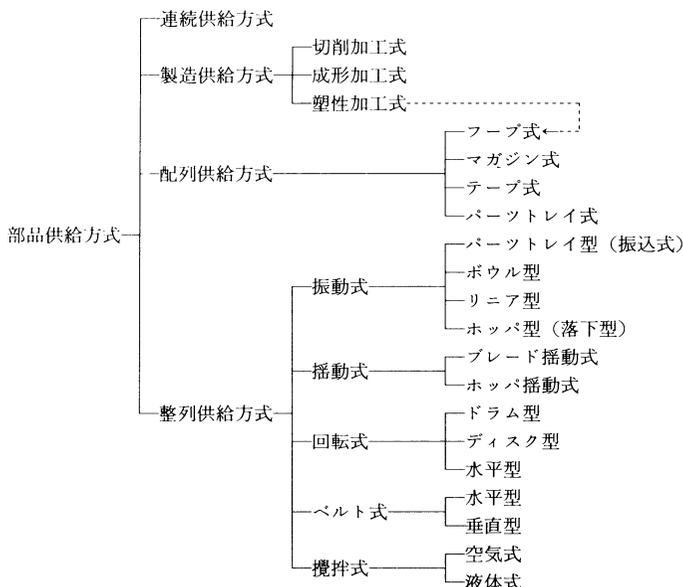


図1 部品供給方式の分類

きさ、動力源、据付け、整列機能、段取替えの難易度、価格等)、②部品点数(品数、切替頻度等)、③部品の形状、寸法、性状、④部品供給速度、⑤作用力の激しさ(部品に与える損傷・汚染・帯磁等、騒音振動の発生)など。

3. 部品供給技術の動向

自動組立システムにおけるトラブル発生の原因を調べてみると、そのほとんどが部品供給装置あるいはその関連の箇所に起因していると言われている。とりわけ振動ホッパーフィーダにおける部品整列機構や分離機構でのトラブルが多くを占めており、したがって稼働率向上や無人化のために整列供給方式を避けて配列供給方式を採用しているケースも少なくない。しかしながら、組付工程では完全な自動化がなされていても前工程で人手に頼って部品をマガジン詰めしているようなケースも多く、これでは見せかけの自動化であると言わざるを得ない。組付工程だけではなく前工程でのパーツハンドリングをも含めた総合的な自動化システムの設計が必要であることは言うまでもない。

個々の供給方式の開発動向に着目してみると、多品種生産および省人化を図るためにさまざまな試みがなされているが、それらはおおむね、①汎用化、②高集積化、③高信頼性化、④高速化の4項目に大別することができる。ここでは主として汎用化、高集積化技術に焦点を絞って述べることにする。

4. 部品供給の汎用化への対応

昭和60年に精密工学会の産学協同研究協議会プロジェクトの1つとして汎用自動供給システム研究協力分科会が発足され、約3年間にわたって部品供給の汎用化技術に関する調査研究が行われてきた。それらの成果は報告書としてさまざまな観点から詳細にまとめられている²⁾。次に汎用化に関連したいくつかの開発事例について紹介する。

a) 製造供給方式における汎用化技術

近年、さまざまな機能を有する微小部品のためのプレス加工機が市販されるようになり、通常のフィーダでは供給困難な肉厚の薄い部品、からまりやすい部品などの供給に有効な方法として重用されている³⁾。

また、本方式と配列供給方式とのハイブリッド方式ともいえるフープ方式も板物部品、電子部品などの供給に多く実用されるようになり、小型プレス加工機の

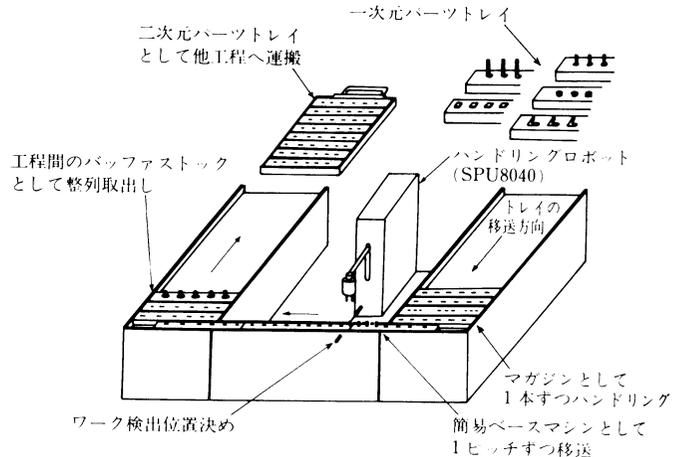


図2 一次元パーツトレイを用いたシステム概略図(スーパートレイ, 新興技術研究所)

汎用部品供給装置への応用が大いに有望視されている。

b) 配列供給方式における汎用化技術

・汎用1次元パーツトレイの開発

通常のパーツトレイでは部品の形状に応じてトレイ面に凹みや仕切等を設けるため、その形状の部品専用となり汎用性の面ではやや問題がある。新しく開発された汎用1次元パーツトレイシステム(図2)²⁾ではトレイの表面材に粘着性のあるポリマーを用い、接着力によって部品を拘束・位置決めする方法を採用している。このためトレイには何ら細工をすることなく任意の形状の部品に用いることができる。また、図中に示すように複数個の1次元パーツトレイを組み合わせると任意の大きさの2次元パーツトレイを構成できるなどの工夫もなされており、汎用性の観点から大いに注目される方法である。

・汎用部品整列供給機の開発

汎用組立ライン用のプログラマブル部品供給装置としてパーツトレイを用いた汎用システムが開発されている⁴⁾。図3はその概略図を示したものである。ラインの指令に基づいて6個(または4個)の部品パケットから必要な部品が振動振込みによってトレイ上に整列され組付けステーションに逐次供給されるようになっている。

c) 整列供給方式における汎用化技術

・振動ホッパーフィーダの汎用化

振動型フィーダは給送過程で容易に部品の選別・整列が行えること、構造上堅牢で安価であるなどのゆえに、実用されているばら積み部品の自動供給装置のおよそ80~90%を占めると推測される。供給部品

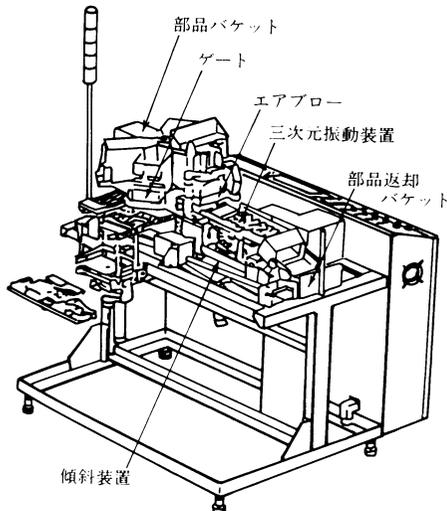


図3 汎用部品整列機の概略図 (APOS-M, ソニー)

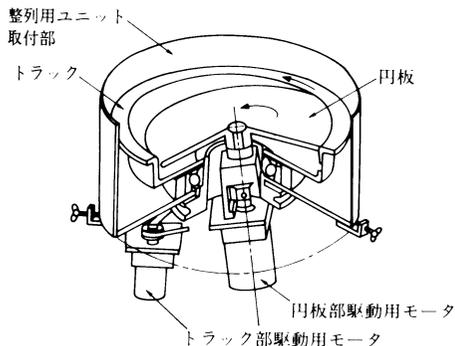


図4 複合回転型部品供給装置概略図 (Dexter, 日本デクスタ)

の変更に対処する方策としては、ボウル内のトラックの一部あるいは整列用シュート（全体または一部）を部品に応じて交換可能にした、いわゆるカセット型の汎用装置が開発されている⁹⁾。また、振動フィーダ本体に関連して部品の変更とともに容易に振動方向を調整できるようにばね構造を工夫した振動フィーダやさまざまな制御機能を有するフィーダ駆動装置なども開発されており、間接的ながら汎用化への礎となっている。

・複合回転型の汎用部品供給装置

図4に示す複合回転型部品装置は、環状トラック上のアタッチメントを取り替えるだけで容易に異種部品の供給に切り替えられるため、汎用性のある高速供給装置として評価される。この装置にツーリング自動交換装置を組み込むことにより1台の装置で22種類の部品をプログラマブルに供給したという実績も発表さ

れている⁶⁾。

・視覚センシングによる部品形状認識

機械的選別・整列方法では汎用化の観点からは限界があり、今後は視覚センシングによる部品形状認識の方法が多用されると思われる。すでにさまざまな簡易検出システムを備えたフィーダや検出装置本体も実用に供されており、また部品形状の高速検出アルゴリズムに関する基礎研究もかなり進められている²⁾。

ばら積みされた部品から1個ずつマニピュレータによって取り出す、いわゆるピンピッキングの方法についても試みられているが、いまだ基礎的段階であり実用化はまだ先のことであろう⁷⁾。

5. 部品供給の高集積化への対応

a) 多段・多重フィーダの開発

自動組立機械の集積度が高くなるにつれて部品供給装置もできるだけ小さいスペースで多くの種類の部品を供給することが要求される。このためホッパおよびトラックを多段に構成した多段式フィーダ、あるいは部品供給装置を複数台重ねた多重式フィーダの開発例が多く見られるようになってきている⁸⁾。ばね-質量系の構成に工夫を凝らした平衡型振動フィーダは多段・多重化に非常に有効な手段としてさまざまな形で開発が進められている。

b) 圧電型のフィーダの開発

駆動方式としてパイモルフ構造の圧電素子を用いた振動フィーダが実用化されている⁹⁾。この方式では駆動部分のスペースや重量が小さくてすみ、供給装置の小型化が可能である。ばねの構造の工夫をも含めてさまざまな試みがなされている。

c) 小型電子部品供給装置の開発

小型電子部品の供給にはテープによる配列供給方式がよく用いられているが、テープ方式ではパッケージコストが無視できないこと、保管スペースが大きいこと、端数処理が困難であるなどの問題点がある。そこで、チップ部品用として新しくエアと重力を巧みに利用した図5に示すようなバルクカセット方式の供給装置が開発されている¹⁰⁾。この方法は小型でしかも信頼性が高く、今後さらに改良が進められてチップ部品の供給装置として多用されるものと思われる。

d) 配列供給方式の採用

集積度の高い部品供給システムとしてパートトレイ、複合マガジンやロータリマガジンなどの工夫も重要な位置を占めている。一そろいの各種部品をトレイ上にまとめて一括供給するシステム（キット方式）も高集積化、フレキシブル化の観点から非常に有効な方

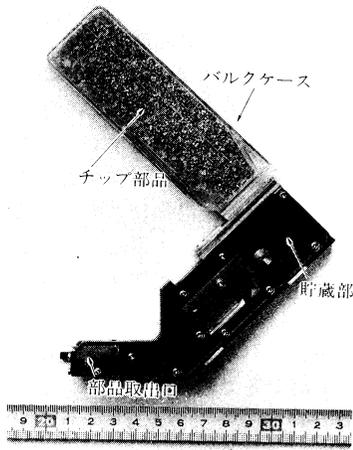


図5 角型電子部品供給装置（バルクセット，福井村田製作所）

法である。このような配列供給方式では，前工程におけるマガジンやトレイへの部品の装てん方法，および装てんされたマガジンやトレイの組立機械への装着方法の自動化が大きな課題である。

e) 部品給配ロボットの開発

パーツフィーダにより整列・分離された部品を把持し，組付箇所位置決め，装入するための部品供給専用の垂直多関節型ロボットの開発が進められている¹¹⁾。ロボットの作業を部品供給のみに限定することにより，その作業領域や機能の面でさまざまな特徴を持たせることができ，部品供給システムの一層の高集積化，汎用化の実現が期待できる。

6. 部品供給における CAE

組立システムの複雑化，高度化に伴って部品供給装置は単に給送，整列，分離の機能をカバーする独立したユニットとしてではなく，部品の設計，加工，貯蔵，把握，位置決め，装入までをも含めた総合システムとして，統合的に管理する必要性が高まっている。このため混流生産ラインにおける稼働状況，部品の有無，トラブルの状況などを監視する総合管理システムの構築が進められている²⁾。

また，エキスパートシステムを応用して熟練者の持つ知識，勘，経験等を知識ベースに置き換え，経験の浅い技術者でも容易に部品供給装置や選別・整列機構

の選択，設計を行えるような設計支援システムの開発も試みられている¹²⁾。

7. おわりに

本稿では汎用化，高集積化技術および CAE に焦点を絞って開発動向を述べてきたが，高速化，高信頼性化のためにもさまざまな試みがなされていることは言うまでもない。

しかしながら，現時点では供給装置を設計，使用するにあたってはまだまだノウハウの占めるところが多大である。システムの性能向上のために部品供給技術に関するさらに詳細な理論的解析がなされ，部品供給技術が体系化されてゆくことを切に希望するものである。

さらに今後の課題として，部品を自律的に選択供給したり，修正機能を有する，いわゆる知的機能を備えた汎用部品供給の開発も大いに期待されるものである。

参考文献

- 1) 最新部品供給技術総覧編集委員会：最新部品供給技術総覧，産業技術サービスセンター，(1986)。
- 2) 精密工学会産学協同研究協議会汎用自動供給システム研究協力分科会：汎用自動供給システム研究報告書，(1989.3)。
- 3) 吉野正治：高速化対応の難送部品のハンドリング技術，自動化技術，22，2 (1990) 35。
- 4) 白井正明，斉藤 敦：SONY 汎用組立システム SMART における部品供給，精密工学会自動組立専門委員会研究例会講演前刷集，89-8 (1989)。
- 5) 広瀬良行：多品種対応型パーツフィーダとその応用，自動化技術，21，2 (1989) 39。
- 6) 吉田謙一：移動ツール機能装備の多品種ワーク対応型自動供給システム，自動化技術，21，2 (1989) 33。
- 7) 例えば，河合功治，牧野 洋：ピンピッキングにおける影情報の利用，1989 年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集，(1989) 927。
- 8) 横山恭男ほか：平衡型振動フィーダの開発，精密機械，51，5 (1985) 990。
- 9) 道家 博：新型圧電式パーツフィーダ応用技術，自動化技術，21，2 (1989) 26。
- 10) 川端章一：角型電子部品供給システムの開発，精密工学会自動組立専門委員会研究例会講演前刷集，89-8 (1989)。
- 11) T. Lee et al. : Development of Parts Supplying Robot, Proc. 10th ICAA, (1989) 173。
- 12) 岡部佐規一，横出恭男：部品自動供給装置に関するエキスパートシステムの開発例，精密工学会自動組立専門委員会第 62 回研究発表会資料，(1988.1)。