

# バッチプロセスへの応用 配合飼料工場の自動化システム

平林 悟(ひらばやし さとる)

## ① まえがき

加工・組立産業などの製造業においては、工場設備の自動化、システム化を積極的に進め、生産効率の向上、市場ニーズの多様化による多品種少量生産及び労働力の変化(高齢化、熟練労働者不足、高学歴化)などの社会の変化に対応している。

富士電機では、これらのニーズをとらえ、最新のエレクトロニクス技術を導入したスーパーマイクロコンピュータ FASMIC G500シリーズをはじめ、高速処理・高機能プログラマブルコントローラ(PC) MICREX-F100/200シリーズ、マンマシンインタフェース装置 PMS-050シリーズなどのFA制御システム用コンポーネント及び各種プロセス制御・工場自動化システムを開発し、社会に送り出している。

本稿では、上述のFA制御システム用コンポーネントを用いたバッチプロセスとして代表的な一つである配合飼料工場の管理制御システムについて、その概要を紹介する。

## ② プラントの概要

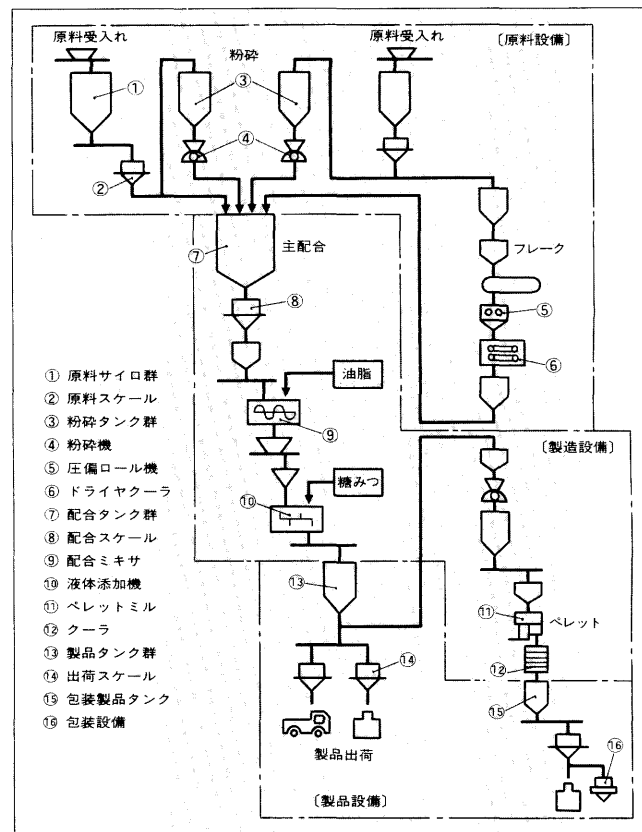
畜産用の配合飼料を製造するプラントで、製造される飼料のほとんどが、牛・豚・鶏用である。家畜の成育状態、疾病の発生有無を左右するので、その栄養素の成分率、バランス、味及び見栄え(形状、色)が問題になる。

設備は、大別して原料設備、製造設備及び製品設備から構成される。その概要を図1に示す。

### 2.1 原料設備

原料の受入れから、原料を加工(粉碎、押しつぶし)し、配合タンクに投入するまでの設備で、原料の種類、加工方法によって、多数のルートが構成される。使用原料の種類も多く、トラック、コンベヤ、船、貨車などで工場に運び込み、トラックスケール、ホップスケールでひょう量したあとサイロ、タンク又は原料倉庫に保管する。その後、配合タンク内の原料が減少してくると、保管してある原料を、

図1 配合飼料工場の設備

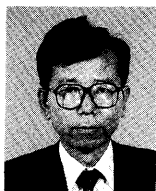


必要なものは加工して手動又は自動で配合タンクに供給する。

コンベヤ、バケットエレベータ、カットダンパなどの搬送機械のほかに、異物除去装置、粉碎機、分級(ふるい)装置、圧偏装置などがあり、これらをPCで自動制御している。

### 2.2 配合設備

配合タンクにある原料を計量したのち混合し、製品タンクに入れるまでの設備で、計量・混合したあとに、二次粉碎、ペレット化の加工を行う場合もある。原料の種類及び混合比率は、製品銘柄ごとに異なる。原料形態、配合精度、



平林 悟

昭和35年入社。配電盤・制御盤の設計、シーケンス・PCソフトウェアの設計に従事。現在、富士電機エフ・イー・エンジニアリング(株)情報制御部担当課長。

原料の混ざり具合の関係で1銘柄の製品を作るのに予備配合、主配合、液体添加の3工程に分けて計量・配合を行う。計量・混合は、バッチ単位で行い、それぞれで計量されたものが他のバッチのものと誤って混合されないように、物の移動状況を常時PCでトラッキングし、計量機の計量・払出指令、各ゲートの開閉信号を自動制御している。この計量・混合する部分は、飼料工場にとって最も重要なところであり、また計量値の設定、微量原料の手投入など、人手の要するところである。

2.3 製品設備

製品タンクに貯蔵してある製品を出荷する設備で、タンク内にある物をひょう量機で計量し、トラック又は貨車に積み込んでばら出荷する場合と、一度、紙袋、TB(トランスバック)などの袋に詰め、製品倉庫に保管した後、出荷する場合がある。

3 システム構成

最近、工場の各現場に分散設置している監視制御機能を中央操作室に集め、集中管理し省力化を図る制御システムが主流になっている。そのシステム構成例を図2に示す。

データ管理用にマイクロコンピュータ FASMIC G500を使用し、各系統にそれぞれ高機能PC MICREX-F205を独立して設け、データ回線 LAN(ローカルエリアネットワーク)で結合した構成にしている。

3.1 機能分担と分散化

家畜のえさを製造している設備なので、長時間の出荷停止は許されない。そのためシステム構成は、階層構成、分散制御方式にして、一つの制御装置のトラブルが他に波及しないように考慮している。

また、コンピュータで演算するデータ管理、処理機能とPCが行う機器の制御機能を明確に分離し、制御に必要なデータは、リアルタイムにPCにダウンロードするようにして、万一、コンピュータに異常が発生しても、操業が継続できるようにしている。

3.2 設備の拡張性

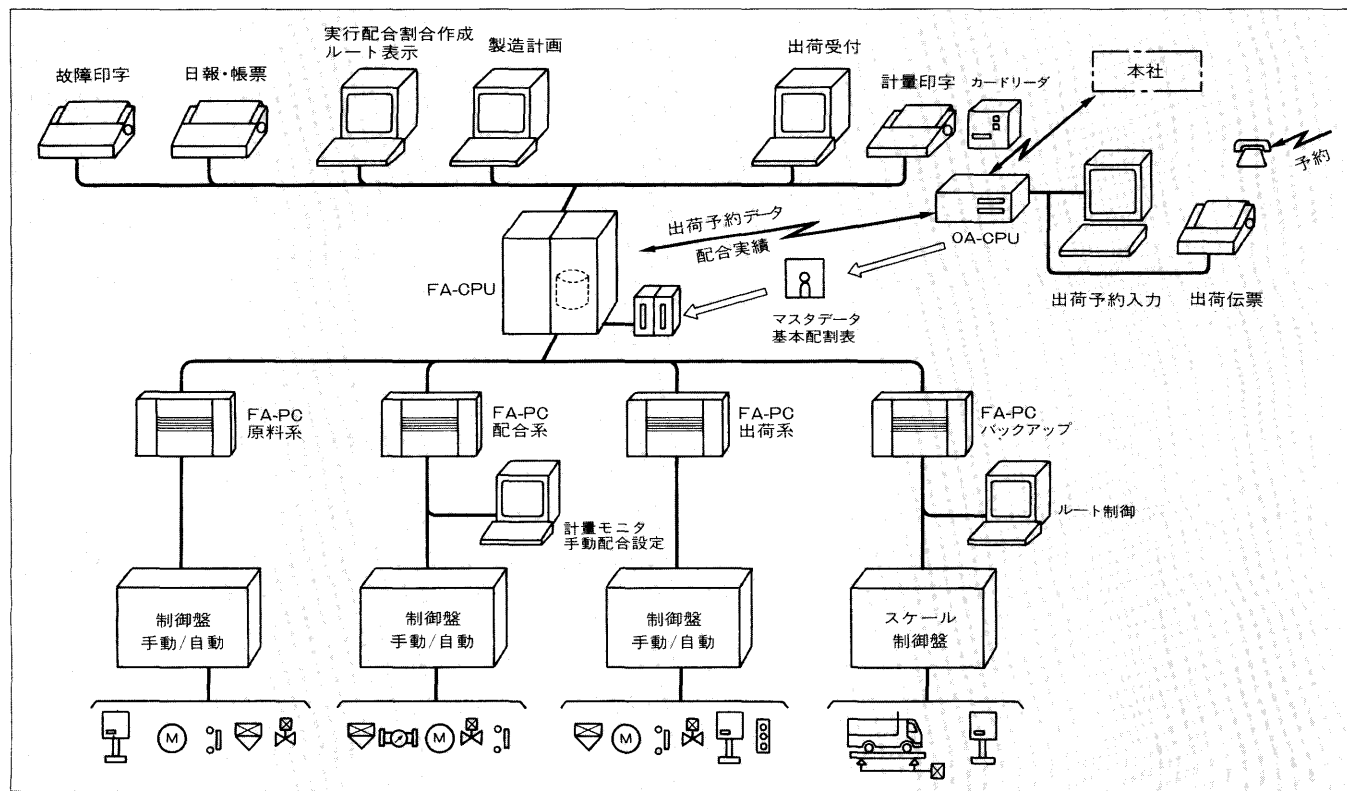
製品の需要動向、原料の入手状況などに速やかに対応しなければならないので、設備変更の頻度が高い。既設設備の改造あるいは増設には、種々の面で制約条件が伴うので、システム構成を設計する段階で検討しておくことが重要なポイントである。

本システムでは、高速 LAN を採用して、コンピュータ及び各PC個々の独立性を保ちながら、全体としての機能が発揮できるようにしている。したがって、各装置単独で変更が可能である。また系統ごとに増設、改造工事が行えるようにPCを系統別に分けて個々に設けている。PC入出力部及び動力盤は、現場に分散設置し、局部的に改造が可能な構成にしている。

3.3 システムの保守性

工場には、コンピュータなどの制御装置を専門に扱う技

図2 システム構成図



術者が常駐しているところは少ない。数名の担当者で、工場の全設備を保守管理している場合が多い。合理化の促進とともに、機械化、システム化が行われ、種々の機械や制御装置が導入されている。一方、機器そのものは高機能、複雑化し、そのため取扱いや据付・調整が高度化し、専門的知識が必要になってきた。

機器の補修は、メーカーの責務であり、サービス網の充実が図られてはいるが、サービス員が現地に到着するまでの間の応急対策は、工場の保守担当者が行う必要がある。

このため、故障部分の発見と対策が容易に行えるように、システム構成を単純化、簡素化している。また、RAS機能を備えた装置を使用し、機種の一統化を図るとともにコンピュータは、負荷の分散化を行い、取扱いが簡単なFA用マイクロコンピュータを採用している。

### 3.4 システムの経済性

機械設備の周辺には、原料及び製品から出る粉じんがたい積又は気中に浮遊している。これが制御装置に侵入、付着すると、過熱、絶縁劣化、接点の接触不良などの事故を起こす場合がある。したがって、制御装置類を現場に設置することは、あまり好ましいことではない。

しかしながら、①設備工事費が安価になる（電気室が不要若しくは小さくなる。中央と現場間のケーブルが少なくなる）②工事・現地調整期間が短縮できる③設備にトラブルが発生した場合、現場で処理・確認ができる——などのメリットがあり、本システムでは、PCの入出力部と動力盤は、機械設備の近傍に分散設置した。

防じん対策には、下記を実施し万全を図った。

- (1) 現場盤は、水切りを付けた防じん形にした。
- (2) PC入出力部など可能なものは、無接点化、シール構造の機器を用いた。
- (3) 無接点化が困難なリレー類は、動作表示器付にした。

### 3.5 バックアップの操作性

システムの部分的停止は、システムの機能低下につながる。操業を維持するためには、通常とは異なる操作が必要になり、オペレータにとっては負担になる。通常、操業時の操作方法とのギャップが大きいと、誤操作を誘発する要因になる。階層化したシステムの場合、上位機器が故障するとその影響度が大きいので、その時のバックアップ操作の方法が問題になる。

本システムでは、コンピュータが停止した時のために専用CRTマンマシンインタフェースを設け、コンピュータ端末が使えなくても類似した形でバックアップ操作が行えるようにしている。また、常に一目で工場全体の稼働状態が把握できるように、簡易グラフィック盤を設けて、操作がやりやすいようにしている。

## 4 システムの機能

省力化を図るために、加工・計量機器、搬送設備の自動

運転と生産計画、出荷計画などを一体化した工場全体の自動化が求められており、ここでは、その主な機能について述べる。

### 4.1 原料の受入れ

トラックで搬入し、直接タンクへ切込む原料の受入れにおいては、運転手だけで作業が行えるように、カードシステムを採用している。原料入荷時に、受付CRT端で原料登録したカードを、原料投入ホッパ場に設けられたカードリーダーに挿入することにより、必要なコンベヤ、ゲート類が動作し、自動的にルートが構成される。インタロック機能としては、受付での原料登録時に受入量をチェックし、受入可否判別と原料タンクの異種原料混入防止用のカードロックを行っている。

コンベヤで搬入する原料は、中央操作室のCRT端末で受入予約を行うことにより、サイロ又はタンクに自動的に受入れが行われる。

### 4.2 スケジュール運転

CRT端末で、その日の製造計画をあらかじめ登録することができる。登録する項目は、製品コード、製造バッチ数、製造ロット順位などで、原料の配合割合、製品の貯蔵タンクを自動選択し、登録されたデータに従ってスケジュール運転を行う。また、ロットの運転開始前に、使用原料の在庫チェック、製造順序のチェックを行っている。

### 4.3 実行配合割合の自動作成

製品別の原料の配合割合は、各社とも社内で統一しているが、工場ごとに設備が異なるので、製品を作る時に設備に合った形に作り直す作業がある。この作業をコンピュータに必要な機械定数をあらかじめ記憶させておき、CRTの対話画面を使って自動変換している。配合割合は月ごとに変わるので、新旧切換に備え2世代管理を行っている。

### 4.4 原料系統の自動運転

配合タンク内の原料在庫量を常時PCで監視し、不足状況に合わせて粉碎ルートを自動的に運転し、原料不足が起こらないように制御している。また、原料タンクが複数ある場合は、補充タンクをローテーションして選択し、特定タンクに原料が片寄らないようにしている。

### 4.5 配合計量誤差の自動調整

飼料に使う原料は、作る製品、原料の入手状況により変わる場合がある。配合タンク内の原料が変わると、計量スケールの再調整が必要になるが、常時、計量実績値を監視し、自動的に誤差が少なくなるような制御機能を設けている。

### 4.6 ばら製品出荷

ユーザーサービス向上(休日、夜間出荷)、及び合理化を図るために、カードで出荷できるようにしている。

あらかじめ予約したものは、専用受付カウンターで、予約内容と出荷口を確認し、指定出荷口でユーザー専用カードにより製品タンクから自動的に製品を払い出し、計量出荷を行う。

出荷口は、複数のトラックが1か所に集中しないように、また、複数製品を混載する場合には、トラックの移動が最も少なく済むように、コンピュータで自動選択している。

4.7 設備の監視制御

運転モードは、通常運転、バックアップ、単独の3種類を設け、保守運転用の単独モードを除いて、中央操作室での遠隔操作を行っている。データの設定、登録は、CRT端末の対話形画面で行い、系統の運転・停止操作は、制御卓のスイッチで行っている。また、工場設備の稼動状況は、CRTでグラフィックス表示している。

機器の故障は、CRTに画面表示を行うとともに、記録印字を行っている。

4.8 帳票印字

工場の管理、記録用に、日報・帳票印字を行っている。その主なものは、

- (1) マスタデータ印字
  - (2) 配合計量記録
  - (3) 原料使用量予測表
  - (4) 原料・製品受払在庫日報
  - (5) 製品出荷日報
- などである。

㊦ あとがき

工場設備には、原料粉碎時の分級比制御、液体添加時のむら防止、倉庫のロケーション管理、歩留り対策、製品均質性の向上、等々多くの課題、問題が山積されている。制御システムで対応できる問題もあるが、その大部分は、センサ、機械設備、工事施工などが絡んだ問題である。ユーザーをはじめ、機械メーカー、工事業者などの御指導・御協力を得て新しい技術・知識を取り込み、より高度な管理制御機能を有したシステムを構築してゆく所存である。

最後に、これまでに配合飼料工場のシステム・機器の開発に当たって、御指導・御協力をいただいた関係各位に感謝の意を表するとともに、今後とも一層の御支援をお願いする次第である。

技術論文社外公表一覧

題 目	所 属	氏 名	発 表 機 関
ECR プラズマにおけるプローブ特性	富士電機総合研究所 " " " 松 本 工 場 "	市川 幸美 酒井 博 内田 喜之 長尾 泰明 虎口 信 会沢 宏一 風間 豊喜	日本物理学会第42回年会 (1987-3)
プラズマを用いた低温不純物ドーピング (VII)	富士電機総合研究所	石渡 統	第34回応用物理学関係連合講演会 (1987-3)
プラズマを用いた低温不純物ドーピング (VIII)	富士電機総合研究所	伊藤 芳昭	
プラズマを用いた低温不純物ドーピング (IX)	富士電機総合研究所 " " "	佐藤 則忠 関 康和 星 保幸 松崎 一夫 石渡 統	
光熱偏向分光法 (PDS) による a-Si 薄膜の評価 (IV) —ヘテロ界面の評価—	富士電機総合研究所 " "	浅野 明彦 市村 剛重 酒井 博 内田 喜之	
RF グロー放電における空間電荷領域の解析	富士電機総合研究所 " "	島袋 浩 市川 幸美 酒井 博 内田 喜之	



\*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する  
商標または登録商標である場合があります。