

ユーザ：最新事例

マーガリン工場リニューアルにおける PLC 計装の適用

東京カネカフード 野村 和宏
日立プラントテクノロジー 伊東 文博

1. はじめに

近年、食にかかわる消費者ニーズが多様化し、さらに健康志向の高まりから、多くの人が“食”の安全・安心に気を使うようになってきた。このような消費者ニーズに対応するため、食品を生産・加工する工場においては、多品種、少量生産に対応できる体制をとるとともに、製品のトレーサビリティに対する取り組みが重要な要素となっている。そのため、生産管理システムや在庫管理システムの導入が行われている。

㈱東京カネカフードは、化成品、樹脂製品、電子材料、食品、合成繊維、医療機器、医薬品など、幅広い事業を展開している㈱カネカの食品製造子会社で、マーガリンをはじめとした食用加工油脂製品を製造している。昨年、埼玉県入間郡にある東京カネカフードの工場においてリニューアル工事を行った。この工事は㈱日立プラントテクノロジーが請け負い、既設の上位システムから生産指示を受け取って、処方管理、在庫管理を行う日立プラントテクノロジーが独自に開発した MES (Manufacturing Execution System：製造実行システム) を導入した。さらに、MES は下位のバッチ管理システムに製品の製造指示を出し、その指令を受けた PLC が実際の製造設備の自動制御を行っている。

このシステムの導入により、短納期、多品種少量生産を効率的に行え、製品のトレーサビリティが確保できる工場にリニューアルすることができた。今回、このリニューアル工事の概要を紹介する。

2. リニューアル工事のコンセプトと留意点

今回のリニューアル工事にあたっては、「東京カネカフードが食用加工油脂製造分野で、関東におけ

るリーディングメーカとなる」ことを目標に、以下のようなコンセプトが掲げられた。

- 1) 安全、安心、健康を基本に、フレッシュで美味しい食品を提供できる機能と高い生産技術の確保
- 2) 市場からの短納期、少量、多品種要求に対し、柔軟に応えられる生産システムの確立
- 3) 運転性、少人化度、省エネ度などで、他社を凌ぐコスト競争力をもつこと

このリニューアル工事では、稼働している工場の隣に新しい建物を建て、そこに今まで使っていた設備を移設し、MES の新規導入や生産設備の自動化制御システムの更新を行った。そのため、工事にあたって、生産ラインはできるだけ止めず、製品生産への影響を極力少なくする必要があった。

今回、移設の対象となった生産ラインは 8 ラインあり、移設工事を始めてからすべて終了するまで 4 ヶ月で行うこととした (建物の建築期間は除く)。そのためには、1 ヶ月に 2 ラインずつ移設するという非常にタイトなスケジュールを組むことが必要になった。2 週間の間に、製造設備を旧工場から新工場へ移設し、制御システムをリニューアルして、試運転を行い、動作確認と現場調整を行った後、再度、生産を始める。当然、移設対象となったラインで製造している製品は、あらかじめ前倒しで生産しておき、工事における影響が出ないようにする。これを、8 ラインすべてで実行した。

このため、工事スケジュールに遅れが出ないようにすることが、重要な要素であった。

3. マーガリンの製造工程

工場では主にマーガリンや、マーガリンを原料にしたフィリングなどを生産している。

マーガリンは、まず溶解した原料油脂を数種配合し、水分と副原料を加えて乳化させる。これを急速練り機に導き、急冷しながら練り合わせると、油脂が結晶化して半流動状となる。業務用の場合はそのまま大型容器に流し込み製品化する(図1)。この冷却し固めて練る工程を捏和(ねつわ)と言い、マーガリン製造過程で重要な工程であり、その制御が難しい。このため、従来の工場では経験を積んだオペレータの技量に頼りこの設備を手動操作していた。

マーガリンなどの加工油脂に、ミルク、チョコレート、イチゴなどを加えて、さらに味付けをした

ものがフィリングである。フィリングは製パン工場や製菓工場へ出荷され、そのまま菓子パンやケーキに使われて、最終製品となる。菓子パンやケーキは季節にあわせて味を変えたり、新しい製品が造られたりして、多種類のフィリングが生産されている。

このように、マーガリンやフィリングは多品種の生産が要求され、バッチ生産におけるレシピが非常に複雑になっている。さらに、加える副原料の種類や形状もさまざまで、すべての工程を自動化することが難しく、どうしても手作業に頼らねばならない工程がある。この複雑な生産工程において、原料の

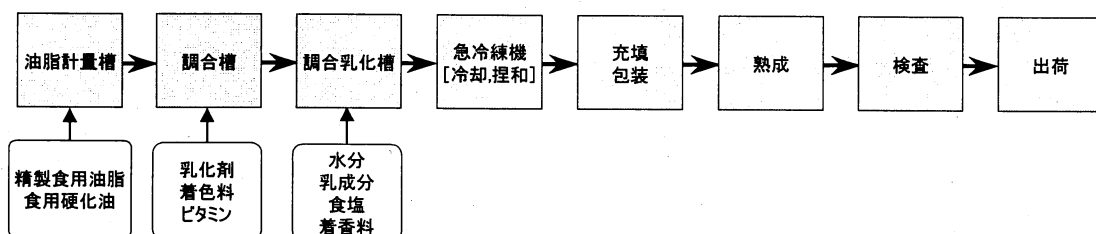


図1 マーガリンの製造工程(概略図):『食用油脂の科学』(新谷助著, 幸書房社刊, 1989年)より引用

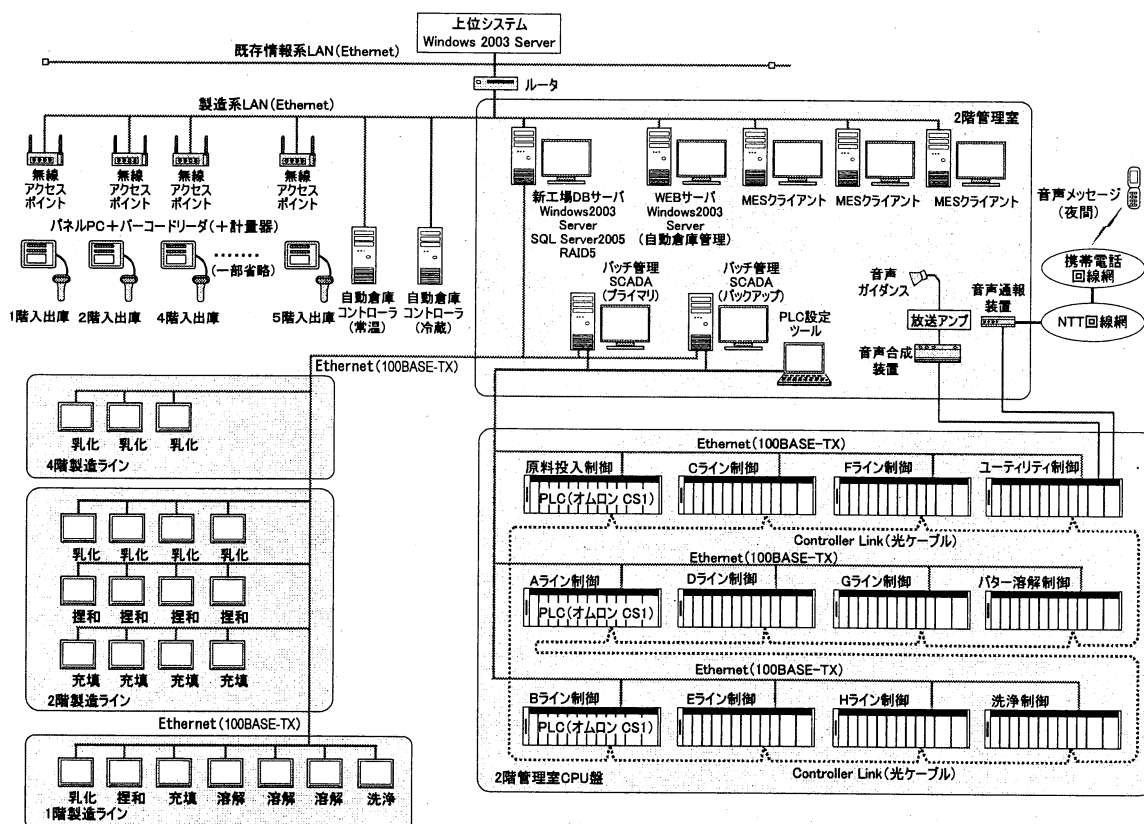


図2 東京カネカフードの工場におけるシステムの概要: Ethernetの配線はバス型で表記されているが、実際はHUBを介したスター型となっている

誤投入などを防止し、できあがった製品の品質を保ち、製品の製造履歴を把握することは、多品種生産を行っている食品製造工場では重要な要素である。

4. システムの構成

今回のリニューアル工事において、一部老朽化したものを除き、生産設備のほとんどは旧工場からの移設とした。そこに、上位の生産管理システムから降りてくる生産指示に従って副原料などの在庫管理、処方管理、生産実績管理などを受け持つMESと、バッチ管理システムからの指示を受けて、生産設備の制御を行うPLCによる計装システムを新たに追加した(図2)。

今回のリニューアル工事と同時に、副原料の在庫管理を行う自動倉庫が新設された。上位から生産指示をMESが受け取ると、その指示にしたがって副原料の倉庫への受け入れ、在庫管理、計量と倉庫からの引き出し管理を行い、作業指示を出す。ここでは、携帯のパネルPC、バーコードリーダー、バーコードプリンタ、計量器などのハードウェアが出入庫にかかわる複数個所に置かれ、無線LANや有線のEthernetでMESと接続され、統合されたシステムになっている。これによって、副原料の管理とともに、生産現場への的確な指示を行い、その履歴を記録し、データベース化することができる。

さらに、上位から受け取った生産指示にしたがって、バッチ管理システムへ生産指示を出す。実際に生産が行われると、その実績結果がバッチ管理システムからMESに戻され、データベースに格納すると同時に上位の生産管理システムへ上げられる。記録した実績データはトレース機能により、遡及・波及ロットトレース、バッチトレンド表示、および手動介入有無などの情報を参照することが可能となっている。

生産設備の制御を統括しているのがバッチ管理システムで、SCADAとして汎用ソフト(「iFIX」)を使っている(写真1)。バッチ管理ソフトは独自開発したもので、MESからの指示にしたがって設備の制御を行うPLCにレシピの実行指示などを出すとともに、設備の監視も行っている。このバッチ管理、SCADAは生産設備を制御する重要なもので、日立の産業用パソコン「HF-W」を採用すると共に、万が一に備えて冗長化している。

各製造ラインには、乳化、捏和、充填の工程ごと

にパネルコンピュータ(写真2)が設置されており、そこではバッチ管理SCADAと同じ画面を見ることができる。

生産設備を制御するPLCは、製造ライン(8ライン)ごとにCPUを持ち、さらに原料投入制御、バター

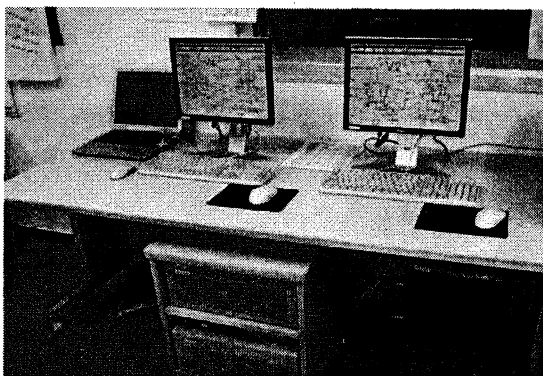


写真1 バッチ管理・SCADAソフトを搭載した汎用コンピュータ

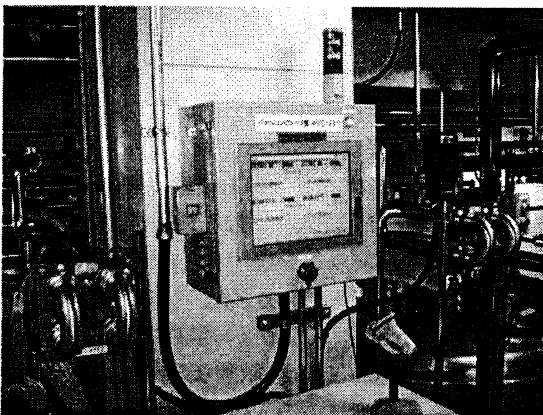


写真2 各ラインの要所に設置されたパネルコンピュータ

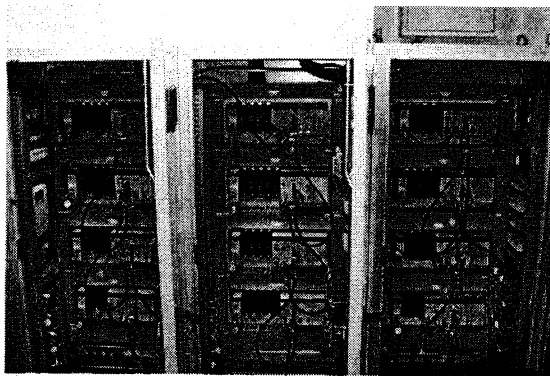


写真3 PLC盤の内部

溶解制御、洗浄制御、ユーティリティ制御用にそれぞれCPUを配置している。今回、採用したPLCはシングルCPUの製品であるが、ラインごとにCPUを置くことによって、危険分散を図った(写真3)。

これら12台のPLC(CPU)はEthernetによってバッチ管理SCADAと接続されている。さらに、各PLC(CPU)は光ファイバを使ったネットワーク(Controller Link)でループ状にネットワーク化されている(図2)。各製造フロアに配置した制御盤とはフィールドネットワーク(DeviceNet)を使用して接続している。

5. PLC計装の活用

多品種のバッチ生産を行う設備の制御にはDCSが使われることが多い。しかし、今回はオムロン製のPLCを設備の制御用に使った。オムロンのPLCにはループコントロールボード(LCB)という製品があり、これを使ったPLC計装を採用することによってDCSと同じ高度なバッチ制御機能を実現した。

前述したように、このリプレース工事では約2週間に1ラインずつ移設して行かなければならなかった。そのため、試運転や調整のための時間が限られてしまう。今回、テスト環境において全体の制御システムを造り、ソフトのデバックを行った。その後、移設するラインのPLCだけを現場に設置し、試運転、調整を行った。その間、残りのPLCはそのままテスト環境でデバックを続けることができ、移設作業の効率を上げることができた。

前述したように、マーガリン製造で品質上、重要な工程である捏和工程は、微妙な調整を必要とするため、従来、熟練者による人手で制御を行ってきた。捏和工程では、冷却と捏和のタイミングと調整が微妙である。さらに製造する製品が変わるごとに条件が異なる。製造する製品が変わったときに、この調整に時間がかかると、それだけ製品のロスが多くなってしまう。

今回、この捏和工程を自動化することにした。今まで手動調整をしていた制御を自動化する場合、どのような制御を行えば最良の状態が実現できるのか、試行錯誤のところがあつた。事前に検討して制御ソフトを構築していても、試運転のときにソフトを変更せざるを得なくなる。このようなときに、現場でのソフト変更が容易であると、作業時間を短縮できる。これもオープン化が進んでいるPLCの長所である。

6. 付帯設備の充実

今回、音声合成装置を使って、音声ガイダンスを流すようにした。製造現場では、担当オペレータが複数の仕事を行っていることがあり、ディスプレイによる監視だけでは見落としてしまうことも考えられる。そこで、バッチ処理の進行に応じて、作業工程の状況などを音声ガイダンスとして工場内に流している。

また、食品製造設備では作業が終了したあと、必ず設備の洗浄が行われる。この洗浄作業も自動で、作業員がいない夜間に行われることが多い。そのため、無人状態でトラブルが発生したとき、自動音声通報装置によって、担当者の携帯にメッセージを伝えるようになっていく。

7. おわりに

今回、マーガリン工場のリニューアルにあたって、MES(Manufacturing Execution System: 製造実行システム)の導入とともに、製造設備の制御システムにPLC計装を採用した。その結果、安全・安心を担保するトレーサビリティ機能を実現し、人為的ミスを排除する機能を充実させ、短納期、少量多品種生産の要求に応えられるバッチ管理機能を低コストで実現でき、最初に設定したコンセプトに沿った工場にリニューアルすることができた。

従来、このような設備にはDCSを使うことが多かったが、今回はPLC計装の特長を生かし、短期間でのリニューアルができた。PLC計装は、制御機能面ではDCSとほぼ同じ水準に達しているが、統合的な開発環境の提供という面や、制御ソフトのデバックなどにあたってシミュレーション機能が不足しているなど、まだ改善の余地は残っている。今後、このような点が改善されることによって、低コストで使いやすいPLC計装が普及して行くものと思われる。

ノムラ・カズヒロ
㈱東京カネカフード 建設室
〒359-0011・埼玉県入間郡三芳町竹間沢23
電話(0492)58-2365
イトウ・フミヒロ
㈱日立プラントテクノロジー 産業プラントシステム
事業本部プラント建設事業部システムエンジニア
リングセンタ
〒170-8644・東京都豊島区北大塚1-13-2
電話(03)3576-4160