射出成形機における IT 化

曲 尾 隆*

1. はじめに

プラスチック射出成形加工のコスト削減を目的として、作業記録の省力化、検査工程の省力化、成形システムの無人化など目的に合わせた様々な管理システムが提案されてきた。近年、コンピュータの進歩と共に、IT（情報技術）の発展によるコンピュータネットワークの進歩が、成形機を LAN やインターネットなどへ接続することを可能とした。「ユビキタス」時代が到来し、成形工場の成形機、およびその管理システムの IT 化を推進した。

当社も顧客ニーズに応えるため、成形機、およびその管理システムの高機能化・IT 化について様々な取り組みをしてきた。成形管理システムと成形機制御装置の IT 化の現状と特徴について、新たに機能を見直した品質・生産管理システム NC-NET PQ と最新の制御装置 TACT を例に報告する。

2. 成形情報管理システム

品質管理に必要な成形条件、ショットモニタデータを収集・管理するためには、成形機制御装置とデータ通信により接続した管理システムが必要である。当社は、1980 年代初期、マイクロコンピュータを搭載した NC-8000 制御装置を開発・上市するとともに成形管理システムの開発にも着手した。

NC-8000 搭載成形機 128 台とデータ通信回線で接続し、群管理する NC-NET（NISSEI Controller Network）のシステム（図 1）をユーザに納入したことをはじめとし、以後多くユーザへの納入実績をあげてきている。

通信回線については、図 1 のような通信速度 1200 bps、最大伝送距離 500 m の 20 mA 電流ループ通信から更に信頼性・通信速度を向上させた光ケーブルへと変更し、また、開発効率とメンテナンス性向上のために、データ収集・帳票出力部をパーソナルコンピュータ（以下、PC）に置き換えることを実施してきた。

残された課題は次のようなものがあつた。

- ①成形機が配置される工場と管理コンピュータを設置する事務所間の通信でのデータ化けを防ぐため、ノイズに強

い専用通信線の配線が必要である。

- ②シリアル通信による通信速度に限界がある。
- ③当社がラインナップする汎用機をはじめ、ダブルインジェクション、堅型機などあらゆる特殊機で管理項目が異なることによる通信プロトコルの統一が難しく、混在管理ができない。
- ④ユーザの生産システムに合わせ、作りこむケースがほとんどで、納入時におけるソフトウェア作成、設置・調整、アフターフォローに多くの工数を必要とする。

2.1 IT を取り込んだ NC-NET PQ

昨年、品質・生産管理システム NC-NET PQ について見直しを行った。20 年にわたり蓄積してきた成形管理システムのノウハウを活かし、顧客が真に満足できる高機能で使い易いシステムに見直しを行った。システムソフトウェアはパッケージ化による低価格化を実現し、汎用 OS である Windows 上で実行可能とした。構成を図 2、機能概要は表 1 に示す。IT を取り込んだ特徴を以下にあげる。

1) LAN 接続による通信速度の向上

サーバと成形機を LAN で接続する。LAN コネクタを持たない従来成形機については、アダプタを追加することにより対応した。LAN 接続にすることにより以下の効果

NC-8000による成形機の集中管理システム例：最大128台

図 1 NC-8000 による集中監視システム

* Magario, Takashi
日精樹脂工業(株) 開発部制御開発課
長野県埴科郡坂城町南条 2110 (〒389-0693)
2003.9.19 受理

図2 NC-NET PQ 構成

表1 NC-NET PQ 機能

機能グループ	機 能	概 要
状態監視	稼動状況 進捗状況	工場レイアウトに合わせて成形機アイコンを配置 サイクル，達成率，稼働率とともに状態を色分け表示 生産状況を一覧表示
モニタ監視	トレンドグラフ トレンド数値	①指定した機械のモニターデータをトレンドグラフで表示 ②リアルタイム表示と実績データ後分析が可能 ③グラフの縦軸はショットまたは時間を指定可能 ④ヒストグラム，相関図による分析も可能 ①指定した機械のモニターデータを数値表示 ②リアルタイム表示と実績データ後分析が可能 ③検索機能によるデータの絞り込みが可能
稼働履歴管理	エラー履歴 成形条件変更管理 状態履歴	①成形機エラー履歴を管理 ②エラー集計上位10項目をバレー図表示 ③全成形機エラー発生日数と稼働率をグラフで一括表示 成形機の条件変更履歴を管理 成形機の自動/手動切替，生産完了履歴を管理
稼働状況管理	稼動/停止グラフ 稼動時間分析	全成形機の稼動/停止状況を最大1ヶ月単位で一括表示 自動/手動/以上停止などの状態時間を積上げグラフ表示
生産管理	生産実績管理 生産予定数変更	生産日報，区間報（週報，月報）出力 成形機生産予定数，入り数をリモート変更可能（オプション）
成形条件管理	成形条件表示 条件読出し 成形条件設定	成形機の成形条件を表示，サーバに保存 サーバに保存した条件を表示 サーバに保存した成形条件を成形機にリモート書き込み
E-mail 発信	イベントメール 定期メール	指定イベント発生時，指定エラー発生時，生産完了時に発信 生産状況，達成率など指定データを指定時刻に発信
Web 監視		稼働状況，進捗状況，稼働履歴，生産実績，成形条件を遠隔監視
その他	バックアップ警報 イベント警報音 帳票出力項目 取扱説明書 保護機能 対応言語	指定日にサーバ蓄積データをバックアップするよう警報を発生 指定イベント発生時に，警報音発生 各画面帳票出力，出力帳票はISO対応可能 Webブラウザを用いて表示します システムプロパティはシステム管理者だけが変更できるよう保護 日本語，英語

が生まれた。

①設置工事の簡略化—

ユーザ既設のPCおよびネットワーク設備を解析PCとしてそのまま利用できる。成形機～サーバ間とサーバ～既設ネットワーク間の配線工事のみが必要となる。

②通信データの大容量化

通信速度は10/100Mbpsと、多量のデータを高速で通信できるようになった。

③システムの簡略化

複数の成形機とシリアルデータ通信を行い、成形機情報

の収集・蓄積する役割を果たしていた専用コンピュータ(図1)を汎用のPCサーバで構成でき、システムが簡略化できた。

④LANによる通信プロトコルの統一

解析コンピュータのデータ処理方法を工夫するだけで、当社が用意する多種多様のバリエーションの成形機の混在が可能となった。

⑤遠隔地監視

インターネット網を利用したVPN(Virtual Private Network:インターネット(公衆網)をトンネリングと呼ばれる技術を使用して、簡単にしかも低価格でプライベートなセキュアネットワークを構築するサービス)を利用すれば、比較的安価にかつ容易に、海外工場などの遠隔接続、リモートメンテナンスが行える。

⑥無線LANの応用

市販の無線LANを使用でき、成形機レイアウトの変更を頻繁に行う場合や、クリーンルーム内などLAN配線が難しい場合に柔軟に対応できる。無線LANの用途は今後広がると予想される。無線LANアダプタの設置例を図3に示す。選定のポイントは以下に述べる。

- ・データ信頼性の問題—成形作業中、成形機、材料、周辺機器より発生するノイズに強い機器の選定を行った。
- ・接続の問題—Windows用、Linux用などの専用ドライバを必要とせず、どんな機器でも無線LAN接続アダプタに接続するだけで無線LANへのアクセスが可能となる。
- ・設置の問題—アダプタは後付可能で、且つアクセスポイントの設置場所に合わせて設置可能である。写真のアダプタは本体に取り付けられた磁石により、成形機に取り付けている。また、アダプタ電源はLANケーブルより供給可能である。専用電源ラインを用意する必要がなく、設置は簡単である。
- ・輸出の問題—各国電波法の違いにより国ごとに対応が必要である。それぞれの国の電波法に対応する無線LANアダプタを供給しているメーカーもあるが、対応できる国は少ない。現在、当社で使用しているものは、北米およびアジアで使用できる。

図3 無線LANアダプタ設置例

無線LAN設置の場合、設置場所、周囲機器環境により、電波環境が大きく影響される場合がある。機器の配置について現地で調整しながら設置する必要がある。

2) Web監視機能

インターネットを利用した情報伝達も重要な機能である。NC-NET PQのサーバは、Webサーバとして機能し、インターネットやイントラネットを通じ、稼動状況、進捗度状況、生産実績、成形条件を遠隔地のPCから監視可能とした(図4)。

Webサーバ機能は、Windows標準装備のIIS(インターネット・インフォメーション・サービス)、またはフリーソフトウェアApacheなどを使って簡単に構築可能である。

3) メール通知機能

E-mailは、Web監視と異なりセキュリティ管理面でもメリットがあり有効である。今や企業内では標準的な通信手段として使われている。NC-NET PQでは、成形機の稼動・停止、生産完了時などに発信するイベントメール機能と生産数量などの進捗情報を指定時刻に発信する定期メール機能に応用している。メールは携帯電話で受信しても見やすいようレイアウトされている。必要な情報が必要な時にE-mailで自動発信されるため、忙しい管理者にとって、携帯電話へのE-mailとして使えば、情報の取りこぼしは最小限に抑えることができる。

4) 英文対応

標準パッケージに日本語版・英語版の両システムをバインドしている。インストール時にPCのOS対応言語にあわせ選択が可能である。

稼働状況	進捗状況	稼働履歴	生産実績	成形条件	生産履歴
A-01 ver.0	10000000	2	13.72	786	0
E-02 TEST0002	5000	1	3.00	6	300
E-03 TEST0003	5000	1	3.00	475	300
E-04 TEST0004	5000	1	3.00	475	300
U-05 TEST0005	5000	1	3.00	475	300
T-06 TEST0006	5000	1	3.00	475	300
F-07 TEST0007	5000	1	3.00	6	300
H-08 TEST0008	5000	1	3.00	475	300
H-09 TEST0009	5000	1	3.00	475	300

図4 Webによる進捗度監視例

図5 E-mail発信機能

当社顧客は海外展開をしている場合が多く、海外でも利用可能なパッケージを用意した。海外の NC-NET PQ システムの状況を、インターネットを通じて日本から監視することも可能である。

5) テキストファイル管理

汎用データベースシステムを利用せず、収集データはテキスト形式で保存した。テキストデータは、特別な処理を加えなくても、異機種コンピュータまたは別システム間のデータ交換が自由にできる。また、Excel、Access など市販のアプリケーションソフトで、自社のスタイルに合った帳票出力が簡単に行える。既存のシステムと LAN で接続可能であれば専用システムを造りこむことなく連携できる。

3. 制御装置の発展

成形情報管理システムの発展とともに成形機制御装置の IT 化も進んでいる。当社は業界初のマイコン搭載制御装置 NC-8000 を実用化後も制御装置の高機能化に取り組み続け、NC-8300、NC 9000、NC 9300 シリーズを送り出してきた。当社は今年 6 月より新型電気式成形機 NEX シリーズを上市した。NEX には、射出スキャニング時間 100 μ 秒（1 万分の 1 秒）の性能を持ち成形安定性に優れた新制御装置『TACT』（図 6）を装備している。

3.1 新制御装置 TACT

最近では、成形機を高精度に制御する事に加え IT 機能も重要な項目として求められるようになった。

TACT は、従来の NC 9300 T の機能を継承しながら、制御性・拡張性・機能の向上と使いやすさを追求した新制御装置である。主な特徴は、表 2 に示すとおりである。

TACT は、12.1 インチカラー液晶タッチパネルを装備し、より扱いやすく見やすくなった。外部とのインター

フェース用に、LAN・USB コネクタを標準装備している。USB コネクタにはプリンタまたはコンパクトフラッシュメモリ（以下、CF）を接続できる。CF は成形条件データ、ショットモニターデータなどを保管する外部メモリとして利用できる。ネットワーク接続した PC 上に指定された共有フォルダは、TACT と LAN 接続することで TACT から CF 代わりの外部メモリとして利用することができ、次の利点がある。

- ・ショットモニターは、PC 上で Excel などによりデータの推移をオンラインで確認する事が可能となる。

図 6 TACT 外観図

表 2 新コントローラ TACT の主な特徴

射出 100 μ 秒の高速制御	<ul style="list-style-type: none"> ○再現性・安定性の向上 ○高速充填時における VP 切換時制御向上
成形を考えた多彩なプログラムを標準装備	<ul style="list-style-type: none"> ○保圧位置決制御 ○型締圧縮 ○型内ゲートカット ○型締中射出 ○計量 3 段階制御 ○ノズル・加熱筒同時昇温プログラム
品質管理の強化	<ul style="list-style-type: none"> ○23 項目のショットモニターデータ ○全モニタ項目を良否判別モニタとして使用可能 ○過去のショット指定範囲を統計処理した結果を良否判別条件に入力可能
ラダー言語によるプログラミング機能	入出力各 4 点を使用して自由にプログラミング
LAN コネクタ標準装備	NCNET PQ, DLA, 外部 PC との接続が容易
USB 1.1 ポート	プリンタおよび外部記憶装置を接続
ブラウザ機能	作業標準書・樹脂データなどをブラウザ表示
その他	<ul style="list-style-type: none"> ○サーボモータ負荷監視機能 ○高精度な金型保護 ○保存された成形条件のプレビュー ○射出・型スベック表示 ○内部メモリ最大 300 条件保存 ○12.1 インチワイド液晶画面・チルト方式採用 ○操作性を重視したセレクトスイッチ

図7 作業標準書表示例

図9 ブラウザ表示例

図8 成形条件メモ表示例

- ・成形条件データは、PCに接続された他の成形機と共有できる。また、Excel等を用いてデータの内容がPC上で確認できる。
- ・NC-NET PQが収集した成形条件データを、TACT画面上で読み込み操作ができる。

NC-NET PQとはアダプタを経由することなくLANに直結できる。また、成形計測システムDLAともLAN接続でき、波形データを含めたDLAの解析対象データの全ては、LAN経由でTACTから発信される。以上の様に、TACTにLANコネクタを標準装備した事で、NC-NET PQ、PC、DLAといった外部ネットワークシステムとの接続が非常に簡単となった。

画像データ表示機能も充実した。USBに接続したCF、またはネットワーク接続したPCに保存している成形条件と、その成形品に関連する画像情報(図7)を読み込んで

画面上に表示させることができる。図8のように、画面上に表示された画像情報の上に、TACT上でテキスト入力した文字を重ねて表示することが可能である。この機能により、次の成形担当者に成形上の留意点を申し送ることもできる。なお、画像データはビットマップまたはJPEGが使用できる。

TACTにはブラウザ機能が装備されている。作業標準書、樹脂データベース等をHTML形式で作成してCFに保存しておけば、TACTで読み込み表示できる。図9は当社ホームページデータをCFにダウンロードして表示させた例である。HTMLファイルは、テキストファイルと同様どんなコンピュータでも表示・作成編集可能である。

4. おわりに

インターネット普及などITの進歩で、成形機および周辺機器は、遠隔地からの監視やリモートメンテナンスも実現可能となった。

重要な情報がネットワークを通じて飛び交うことによるセキュリティ確保は重要であり、外部からの不正な妨害から守れる適切なシステム管理が要求される。管理者は膨大な情報を収集・分析できるようになった反面、適切な情報の選別・状況分析が重要なキーポイントとなり、対応を間違えると大きなダメージを負うリスクも増大している。

発展を続ける高度情報処理技術を上手に使いこなして行くためには、自社の作業を十分に分析・把握した上で、必要性・目的を明確にしたシステム構築がキーポイントとなる。『成形現場を中心とした』考え方に立って導入していくことが適切なシステムを構成するためにも、運用して行く上にも、最も大切なことである。