

渡邊浩史* 佐藤勇也*
川口直樹*
新堀紘康*

ITを活用した昇降機生産管理の高度化

Advanced Production Management Using IT for Elevator Manufacturing

Hiroshi Watanabe, Naoki Kawaguchi, Hiroyasu Shimbori, Yuya Sato

要旨

昇降機の国内市場では、新設事業は高級・高品質なプレミアムゾーンが漸増しており、リニューアル事業が大幅に拡大していく。また、中国・インド・ASEANなどの海外市場では、新設事業とリニューアル事業が共に低価格のボリュームゾーンを中心に拡大していくと予想される。

三菱電機は、日本をマザー工場として中国・タイを核とした最適な昇降機の製造分業体制を構築している。国内マザー工場の生産体制は新設標準型機種に対応して構築しているため、特殊仕様機種や海外工場へ供給するキーパーツの生産には人手による管理や情報の追記・修正作業が発生しており、今後の市場環境の変化に柔軟に対応していくためには、自動化・IT(Information Technology)化による原価低減、引受け工期の短縮が必要である。

このような課題に対して次のように取り組んだ。

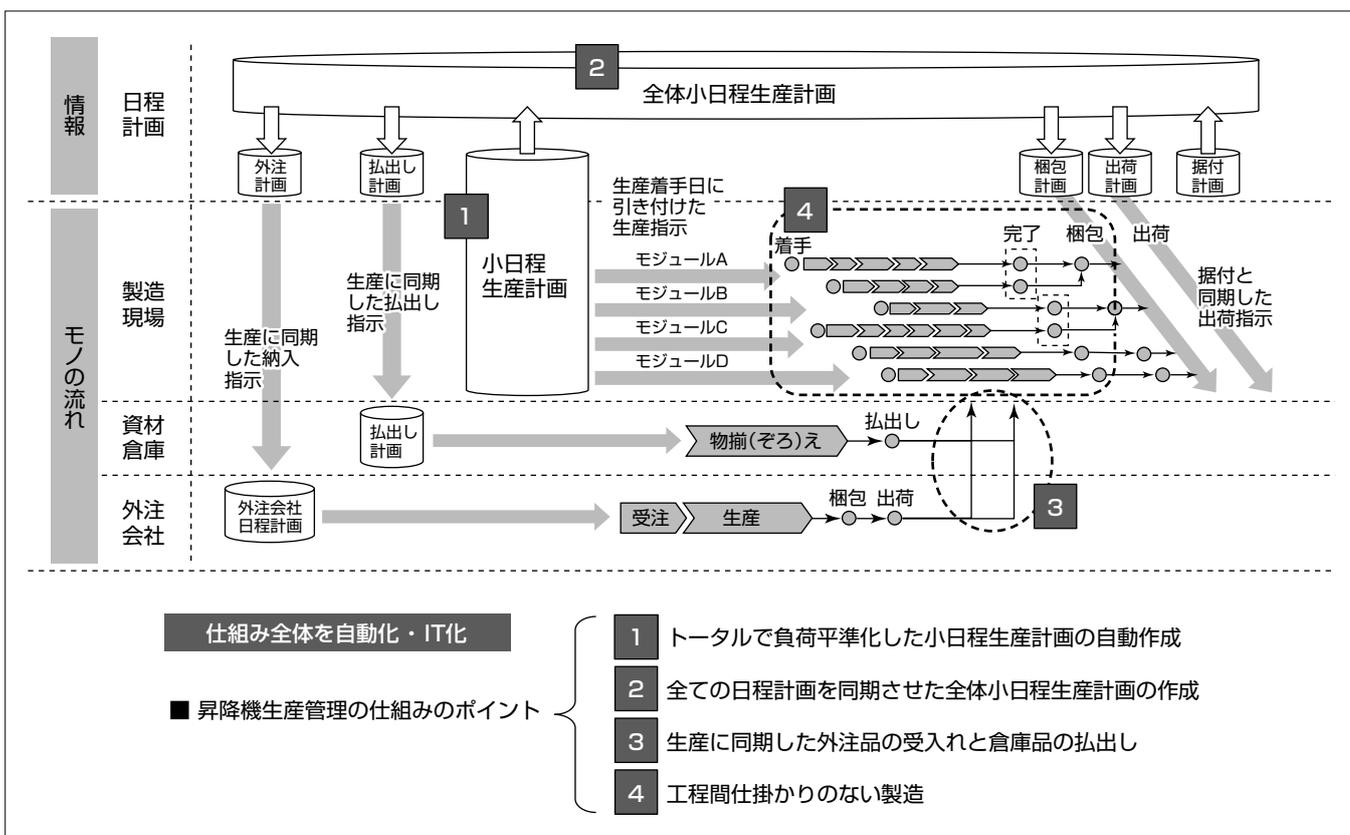
(1) 生産管理の仕組みの自動化・IT化

プロダクトミックスの変化に強く、生産性の高い生産体制を構築するために、全工程の日程計画を同期化し、情報を一元管理する仕組みを構築した。ムダの排除とモノ・情報の停滞の解消によって、製造リードタイムの短縮と間接作業の削減を実現した。

(2) ITを活用した進捗情報収集の仕組み作り

設備からの実績データの収集、RFID(Radio Frequency Identification)を用いた進捗情報収集の仕組みを導入するとともにRFIDの読み取りミスの問題を解決した。

これらの取り組みによって、製造リードタイム半減と生産性向上30%を実現した。



国内マザー工場の昇降機生産管理の仕組み

工場の生産枠入れから出荷までの業務プロセスを見直し、全ての日程計画を同期させた仕組みを構築することで製造リードタイム半減を実現した。日程計画の作成や管理指標作成の間接作業を自動化し、進捗情報の収集作業のIT化を実現することで、生産性向上30%を実現した。

1. ま え が き

当社稲沢製作所は昇降機の製造工場として1964年に設立された。現在は海外拠点を統括するマザー工場の機能がある。設立当初は国内新設ビル向けの標準型機種生産の比率が大きかったが、近年は特殊仕様機種や海外拠点へ供給するキーパーツの生産の比率が大きくなり、プロダクトミックスが変化してきた。しかし、生産体制は新設標準型機種に対応して構築されているため、それ以外の機種に対応する場合は人手による管理や情報の追記・修正作業が発生していた。今後の市場環境の変化に柔軟に対応していくためには、更なる原価低減、引受け工期の短縮が必要である。

本稿では、自動化・IT化の推進によるプロダクトミックスの変化に強く、生産性の高い生産体制の構築と今後の展望を述べる。2章では工場の生産枠入れから出荷までの生産管理の仕組みの自動化・IT化について、3章ではITを活用した進捗把握自動化技術について述べる。

2. 生産管理の仕組みの自動化・IT化

2.1 昇降機の生産管理の仕組み

昇降機は複雑な客先仕様に応じて製品を設計・生産する個別受注生産であり、自動車や家電製品と異なり、巻上機や制御盤といったモジュール単位で製品を出荷してビル内

で据付けを行うという特徴がある。従来の生産管理の仕組みは、新設標準型機種を対象とした各モジュール共通の管理単位となっており、工程数・工期設定が一律設定を前提としたものであった。特殊仕様機種の増加に伴い、実際の工程数・工期設定に応じた設定が困難となってきたため、工場の詳細な生産計画を担当部門が個別に作成することで対応している。そのため、資材倉庫からの部材の払出し計画、外注会社からの部品の納入計画、梱包(こんぼう)計画も個別に調整・修正作業が必要であった。

市場環境変化に柔軟に対応するためには、製造リードタイムの更なる短縮と業務のムダ排除を進める必要があることから、全ての機種に対し、工場の生産枠入れから出荷までの業務プロセスを見直し、集約・整理化した。全モジュールの各工程の日程計画を一元的に作成することで、工場内外の日程計画を同期化した。

工場では作成した製造の日程計画(以下“小日程生産計画”という。)を進捗管理モニタを用いて現場へ指示し、進捗実績をRFIDを用いて自動収集する。進捗状況や仕掛かり状況をリアルタイムで見える化し、収集したデータからすぐに改善ができる管理指標(製造リードタイム等)を自動作成する。改善した結果は次回の小日程生産計画へ反映させる。このような仕組みを構築することで改善のPDCA(Plan Do Check Action)サイクル高速化を実現した(図1)。

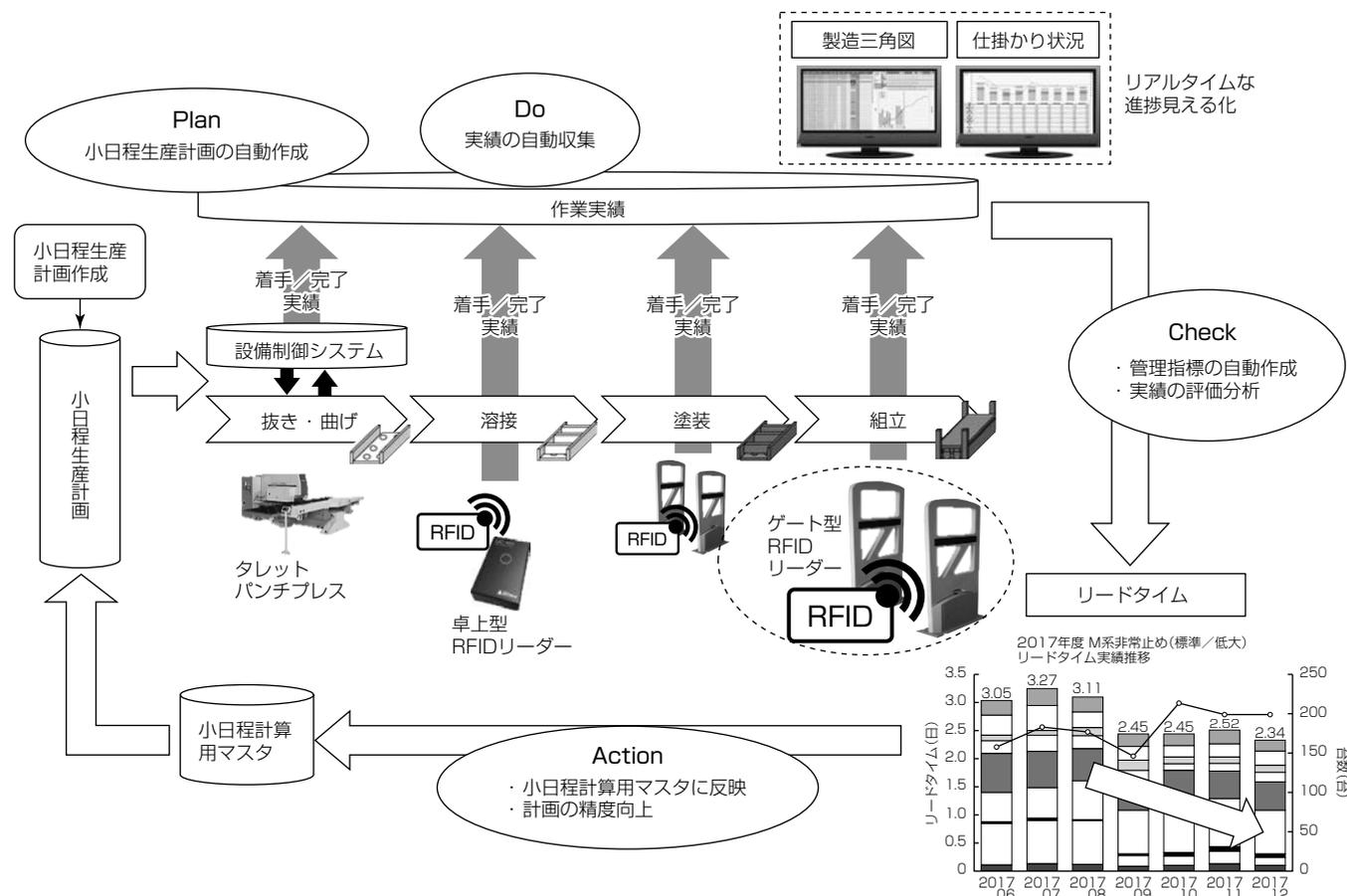


図1. 製造の生産管理高度化

業務のムダの排除とモノ・情報の停滞の解消によって、製造リードタイムの短縮と間接作業の削減を実現した。この仕組み実現のため“グローバル生産管理システム(Global Production System : GPS)”を開発して導入した。

2.2 小日程生産計画

工場は、全国の支社からの据付け工事要求に基づいて、昇降機の台数単位で平準化して生産枠入れする。しかし、仕様によって負荷の大小と工程経路が異なるため工程単位では負荷のバラつきが大きい。特殊仕様機種比率の増加に伴い工程数と、各工程の製造工期の種類も増加していた(図2)。仕様の種類が多いモジュールでは組合せの数が100を超えているが、これらの設定条件を小日程計算用マスタとして登録し、各モジュールを一元管理した。小日程生産計画作成には、モジュール別に製品の仕様ごとの工程経路を確認して工程ごとの能力に応じて負荷を平準化し、各工程の製造リードタイムをもとに製造完了日からバックワード方式で生産着手日を計算した(図3)。これによってモジュール間の製造完了日とモジュール内の前後工程、工場内外の全ての日程が同期した日程の自動計算をGPSで

実現した。

2.3 進捗情報の一元管理

2.2節で述べた小日程生産計画を進捗管理モニタを用いて各製造工程へ指示する。製造中の各モジュールの部品には個体を識別するID(Identification)タグを貼り付けており、製造現場の環境に応じて設備のPLC(Programmable Logic Controller), QRコード(注1), RFIDを用いて、製造の着手・完了実績日時を収集する。収集した進捗情報はオフィスのパソコンや各製造工程に設置された進捗管理モニタに表示され、製造三角図やガントチャートとしてリアルタイムで見える化し、遅延・過早の問題発生時に迅速な対応が可能になった。進捗情報は他製造工程間でも共有されているため、事前準備等に役立てることで待ち時間等のロス削減にもつながった。

収集された実績データは自動的に分析され、製造リードタイム、仕掛かり、停滞の状況をもとに、問題の要因把握と改善が可能になり、改善のPDCAサイクルが高速化された。

(注1) QRコードは、(株)デンソーウェーブの登録商標である。

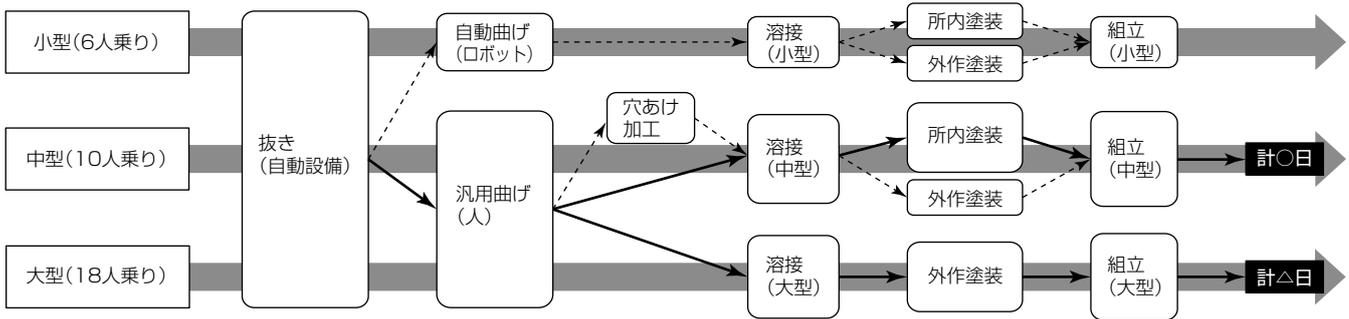


図2. 工程の組合せ例

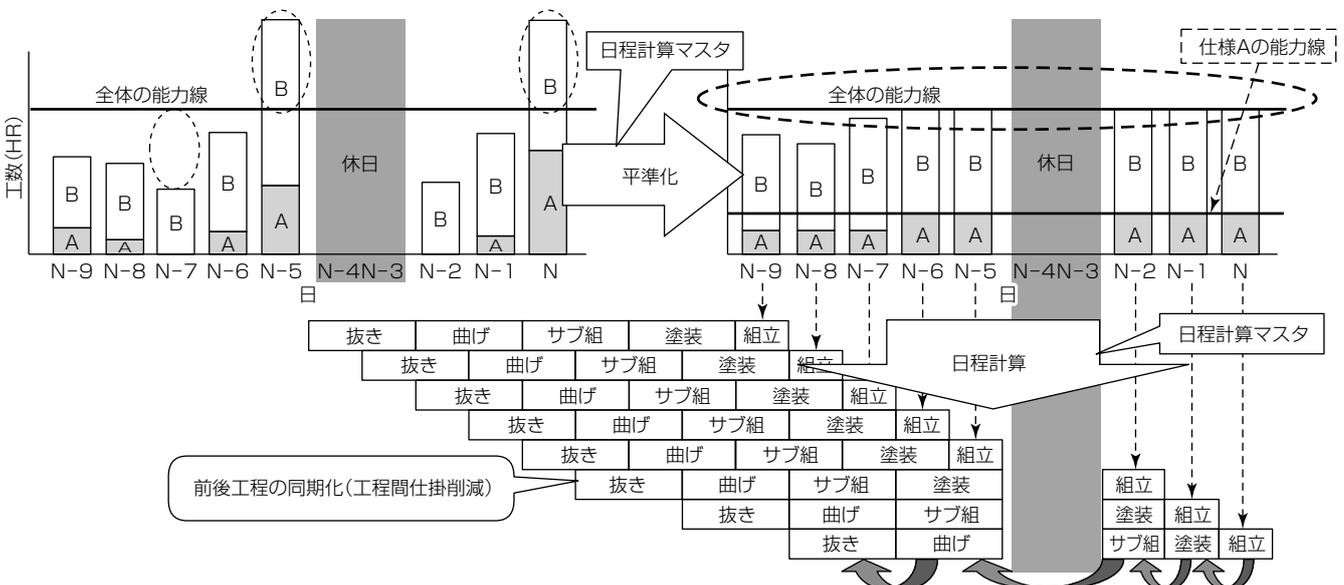


図3. 小日程生産計画の策定手順

2.4 今後の展開

工場全体のペーパーレスをねらい各種帳票の統合・電子化を推進中であり、進捗に加え品質の情報も収集し、情報はGPSで一元管理する。収集したビッグデータを用いて、AI(Artificial Intelligence)を活用した小日程計算用マスタのメンテナンスの自動化や、新設事業から保守事業までのトータルでのトレーサビリティ体制の構築を実現する。

3. 進捗状況把握の自動化技術

従来進捗情報は、製品識別用QRコードを記載した現品票を作業者がハンディターミナルを用いて読み取っていた。それ以前の紙や生産管理板を用いた方法と比較すると間接作業が削減されたが、この章では更なる効率化を実現するために採用した二つの技術について述べる。一つ目は“設備情報の自動収集”である。設備情報を収集する際の課題とそれを解決するためのデータベース構成について述べる。二つ目は“RFIDを用いた進捗情報収集”である。RFIDを用いることで非接触で自動的に情報を読み取ることができるようになったが、RFIDの電波範囲を制御することが困難なために生じる読み取りミスの問題とその対策について述べる。

3.1 設備情報の自動収集

以前から稲沢製作所では自動加工設備やラインの導入を積極的に実施してきた。それぞれの設備はローカルシステムによって管理されている。GPSではそのローカルシステムから直接実績情報を収集する仕組みを導入した(図4)。

ローカルシステムは使用しているデータベースの種類が様々である。また、基幹システムの一部であるGPSのデータベースをローカルシステムから直接書き換えることは情報管理の都合上好ましくないため、GPSでは各ローカルシステムが接続・編集可能なインタフェース領域を用意し、その領域内に用意したテーブルにいったん実績情報を蓄積する仕組みとした。ネットワークに接続されていない自動加工設備にはインタフェースユニット(MESインタ

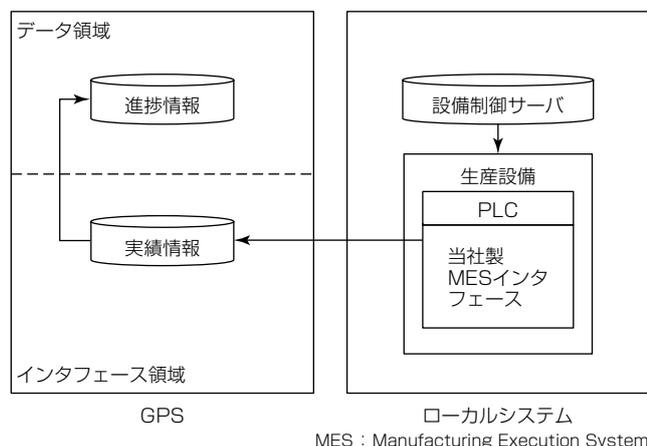


図4. ローカルシステムから情報を収集する仕組み

フェース)を増設することで、情報の自動収集を可能にした。GPSはそのローカルシステムとのインタフェース領域内のデータを収集することで、自動加工設備・ラインの工程での人による実績情報の計上作業を完全に排除できた。

3.2 RFIDを用いた進捗情報収集

ローカルシステムで管理されていない製造工程では、RFIDを用いた進捗情報収集の仕組みを導入した。RFIDとはID情報を記録するチップを埋め込んだRFタグを近距離(数メートル)から読み書きする無線通信のことである。

基本的な運用方法は、先頭工程でチップを内蔵したRFタグを製品に付け、各製造工程に設置したリーダーライタで読み取る方法である。

ここではRFID運用方法、RFタグの使い分けとコード体系、RFID読み取りミスの対策について述べる。

3.2.1 RFID運用方法

製造工程の形態に合わせて、RFIDの運用方法を3種類用意した。“ライン生産向け”“セル生産向け”“塗装乾燥炉向け”である(図5)。

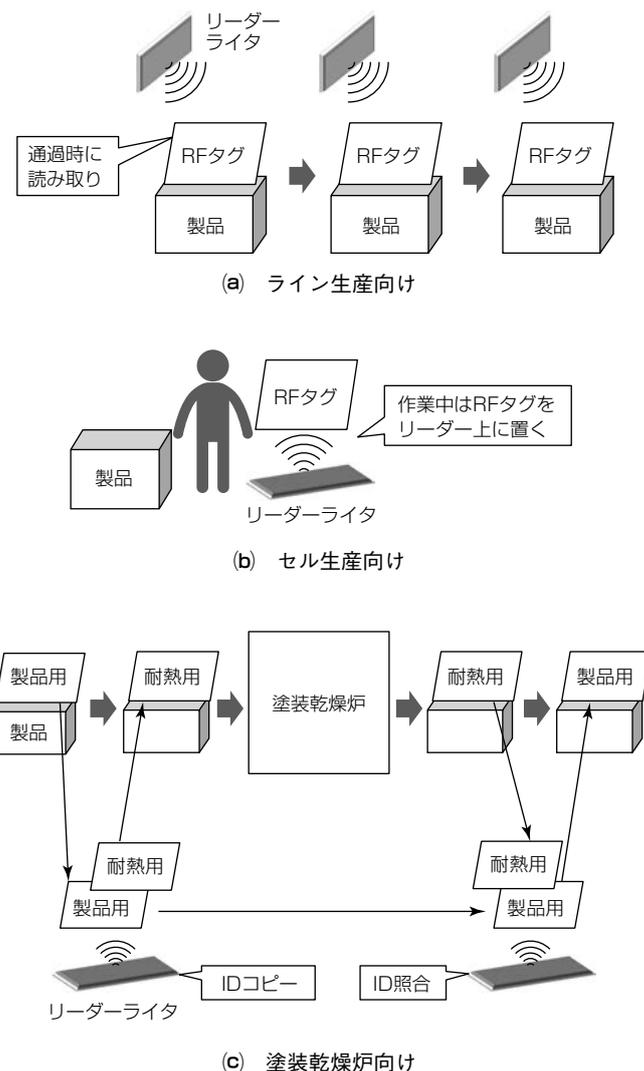


図5. RFIDの運用方法

(1) ライン生産向け運用

各ステーションにリーダーライタを設置し、RFタグを付けた製品が通過するときに自動的にRFタグを読み取り、GPSへ進捗情報を送信する。この運用では人による情報収集作業を完全に排除できる。

(2) セル生産向け運用

セルごとにリーダーライタを設置し、作業開始時にRFタグをリーダーライタ上に置き、作業完了時にRFタグをリーダーライタ上から製品へ戻すことで、GPSへ進捗情報を送信する。

(3) 塗装乾燥炉向け運用

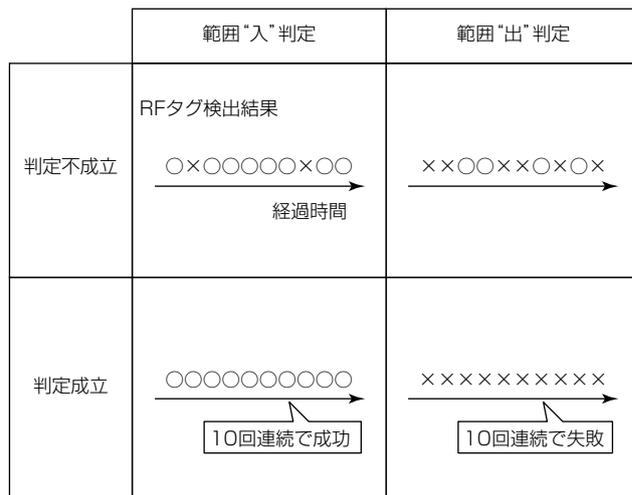
塗装乾燥炉では炉内が高温になるため、通常のRFタグを製品に付けたまま投入することができず、製品を識別するための情報が離れ離れになる課題があった。この課題を耐熱仕様のRFタグを使用することで解決し、完全な情報一致を実現した。運用方法は、炉への投入時に、通常のRFタグと耐熱RFタグをリーダーライタ上に同時にかざすことで、RFタグのチップ内に記録された製品識別コードを通常のRFタグから耐熱RFタグへとコピーする。耐熱RFタグを製品に付け、一緒に炉内へ投入する。炉から製品が払い出されると、製品についていた耐熱RFタグと元々ついていた通常のRFタグをリーダーライタ上に同時にかざすことでそれぞれのRFタグのチップが記録している製品識別コードを照合する。コードの一致が確認されたら通常のRFタグを製品に付け、耐熱RFタグは再利用する。

3.2.2 RFタグの使い分けとコード体系

RFタグは用途によって様々なタイプのものを利用している。製品識別用には樹脂製又は印字可能なシールタイプ、炉内投入用には耐熱仕様、作業員識別用と治工具識別用にはカード型を利用している。RFIDチップの規格とリーダーライタの電波の規格をISOに準拠した規格のものを採用することで互換性を確保した。RFIDのチップにはEPC(Electronic Product Code)領域とUSER領域があり、EPC領域の値がユニークになることと、読み取ったRFタグの用途を識別する必要があるため、EPC領域のコード体系はシステム識別域・タグ種類識別域、ユニークな数値域によって構成した。

3.2.3 RFID読み取りミスの対策

RFIDは電波によって情報を読み書きするが、電波は金属に反射し、水分に吸収される性質を持っている。リー



○：検出成功，×：検出失敗

図6. RFタグの検出範囲入出判定

ダーライタは電波出力強度と読み取り感度の調整パラメータを持っているが、製造現場では製品や人の位置が常に変化しており、電波の放射範囲を制御することが非常に困難であった。想定外の範囲に電波が飛ぶことで不必要なRFタグを読み取る、又はRFタグの読み漏らしなどといった読み取りミスが問題となった。これには検出条件の設定で対応した。RFタグが読み取りたい範囲内への出入りを確定するとき、一度の検出で確定するのではなく、複数回の検出によって確定する仕組みである。例えば5秒間に10回の読み取りを行い、10回全てRFタグを検出したら範囲内に入ったと判断する。一方、一度範囲内に入ったと確定した後は、5秒間に10回読み取りを行い、10回連続でRFタグを検出できなかったら範囲外へ出たと判断する。この仕組みを用いることで、RFタグ位置の範囲内／範囲外の判定を安定化して読み取りミスを抑制した(図6)。

4. む す び

プロダクトミックスの変化に強く、生産性の高い生産体制の構築のために導入した仕組み(GPS)について述べた。小日程生産計画の自動作成、進捗情報の一元管理(改善のPDCAサイクル高速化)、進捗情報自動収集の仕組みによって、製造リードタイム半減と生産性向上30%を実現した。今後は更なる自動化・IT化に加え、AIの活用を推進していく。この仕組みの海外工場への展開と、据付け・保守事業への展開も推進していく。