

技術論文・解説

組立作業管理システムの開発

Development of Assembly Work Control System

上野 隆司
Takashi Ueno
八尾 佳宏
Yoshihiro Yao

建設機械の大きな需要の伸びが見込めない現状の市場動向において、スループットを向上させるために市場ニーズをより迅速に設計・製造現場にフィードバックできる開発・生産プロセスの実現を目指している。それら一連の活動として、製造現場ではITを活用した様々な製造現場情報化システムの開発・導入を進めている。

本稿ではその中で、主に組立作業の効率化を目的として開発した組立作業管理システムについて報告する。

Since we cannot expect that the demand for construction machines will greatly increase, we are working on a developing and producing process which can feed back the market needs to the design and manufacturing sections more quickly to increase the throughput. As a part of these activities, various manufacturing field information systems have been developed and introduced in the manufacturing fields.

In this paper, we will report on an assembly work control system that we developed to increase the efficiency of assembly work.

Key Words: Information Technology, Build To Order, Working Standard Procedure Sheets, Quality Assurance, Computer Aided Design, Computer Aided Manufacturing

1. はじめに

現在、BTOに対応できるフレキシブルな生産体制確立へ向けて、製造現場情報化システムの開発・導入が進められている。本稿では、その一例として、主に組立作業の効率化を目的として開発した組立作業管理システムの概要とその特徴について報告する。

ブルドーザや大型油圧ショベル、ガラパゴスを生産している大型組立ラインは、注文に応じて一個流しを行う典型的な多品種少量生産のラインである。

従来、作業者は紙ベースの分厚い標準作業表の束から任意のページを探し出して、作業手順とその内容を確認しながら様々な種類の建設機械を組み立てていた。特に、年に一度しか流れない機種の場合は、熟練作業員でさえすべての作業手順を暗記するのは困難であるため、標準作業表の検索と閲覧が不可欠であった。必然的に、作業効率や品質保証の面では大きな問題となっていた。

そこで、このような問題を解決するために作業計画作成、詳細な作業指示の出力、容易な作業実績入力、収集した作業実績の解析が行える組立作業管理システムを開発・導入した。

2. システムの特長

注文に応じた一個流しを行いながらスループットを向上させるためには、ラインバランスを考慮した人員配置計画作成、生産性向上のための無駄な作業の排除、品質トレーサビリティの保証などを効率的に行う機能が必要である。

そこで、以下の特長を備えたシステムを開発した。

(1) 生産計画読み込みと作業計画作成

日々、工場生産管理システムから生産計画を読み込んで、ラインバランスを考慮した人員配置計画を作成する。それによって、工程ロスを排除した作業計画がたてられると共に、工程編成も容易にできる。

(2) わかりやすい作業指示と現場が必要とする情報の表示

ラインを流れる製品仕様は多品種に渡るため、年に一度しか流れないような特殊仕様の製品に関しては熟練作業員でさえすべての作業を記憶することは難しい。

そこで、画像や音声などを用いてわかりやすい作業指示を行う。組立手順の指示と検査指示を行うことによって、抜けのない品質保証も実現可能となる。

また、他の製造現場情報化システムと連携した上で検査・欠品情報も表示することにより、無駄な作業工数も削減できる。

(3) 簡単な作業実績入力

非定常の異常事態も発生する製造現場の状況に応じて詳細な作業指示を行うためには、当然リアルタイムな実績把握が不可欠である。

そこで、作業員が作業の着手・完了実績を容易に入力できる仕組みを構築した。

(4) 異常事態への対応を迅速に作業指示へ反映

進捗遅れなど異常事態が起こった時に、作業員の配置変更や作業指示順序変更などの対応を素早く作業指示に織り込める。

(5) 収集した作業実績の解析

収集した作業実績データを分析することにより無駄な作業など改善ポイントを抽出して、さらに標準作業を修正することで、日々改善が行える。

(6) 選べる入出力手段

プログラムを機能ごとに部品化することによって、要求機能の異なる様々な職場に本システムを適用して任意の入出力手段を選択することが可能となっている。(図1)

また、追加機能の開発・改造コストも最小限に抑えることができる。

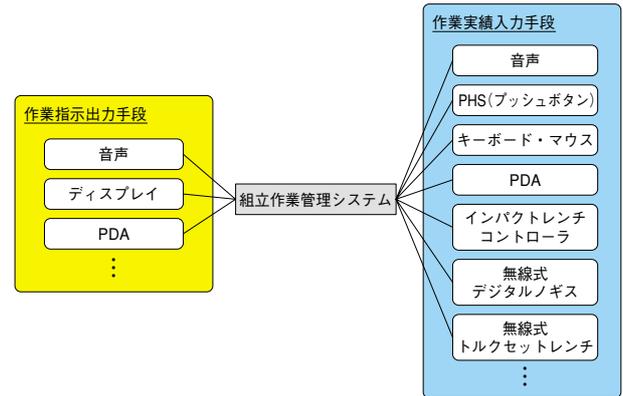


図1 アプリケーションの部品化

3. システムの構成

以下に、構築したシステムの構成について述べる。(図2)

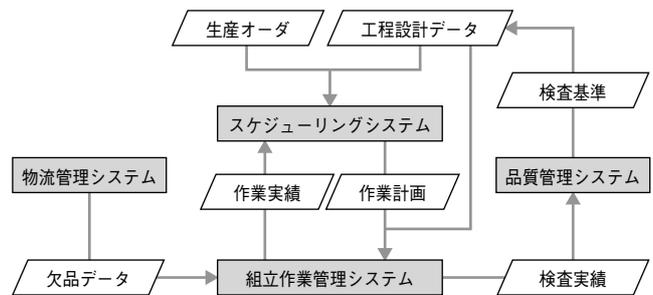


図2 システム概略構成

(1) スケジューリングシステム

生産オーダー(生産日、生産順序、機種、機番、仕様情報)と工程設計データ(機種、仕様情報、工程、工数、作業員情報)を入力して、作業員の制約を考慮した上で各工程の機種、作業員、作業時刻などを作業計画として出力する。

(2) 組立作業管理システム

スケジューリングシステムから出力された作業計画と工程設計データ(機種、仕様情報、工程、作業順序、作業内容、標準作業時間、画像など)をもとに、詳細な作業指示と作業実績収集を行う。

作業員は指示どおりに作業を行って、着手・完了実績を入力する。また、作業実績はスケジューリングシステムにも反映させる。

(3) 品質管理システム I/F

部品・車体各々の検査情報を管理する品質管理システムと連携することによって品質にかかわるデータを一元管理して、抜けのない品質保証を実現する。

検査課が管理する品質管理システムから受け取った検査基準は、作業指示コンテンツとして工程設計データに登録される。また、作業員が計上した検査実績は本システムから転送される。

(4) 物流管理システム I/F

部品の納入・搬送情報を管理する物流管理システムと連携することによって、工程ごとに欠品データを表示する。
 (現在は物流管理システムが新システムへ移行中のため未接続)

図3に代表的なシステムのデータフローを、図4に代表的なシステムのハードウェア構成を示す。

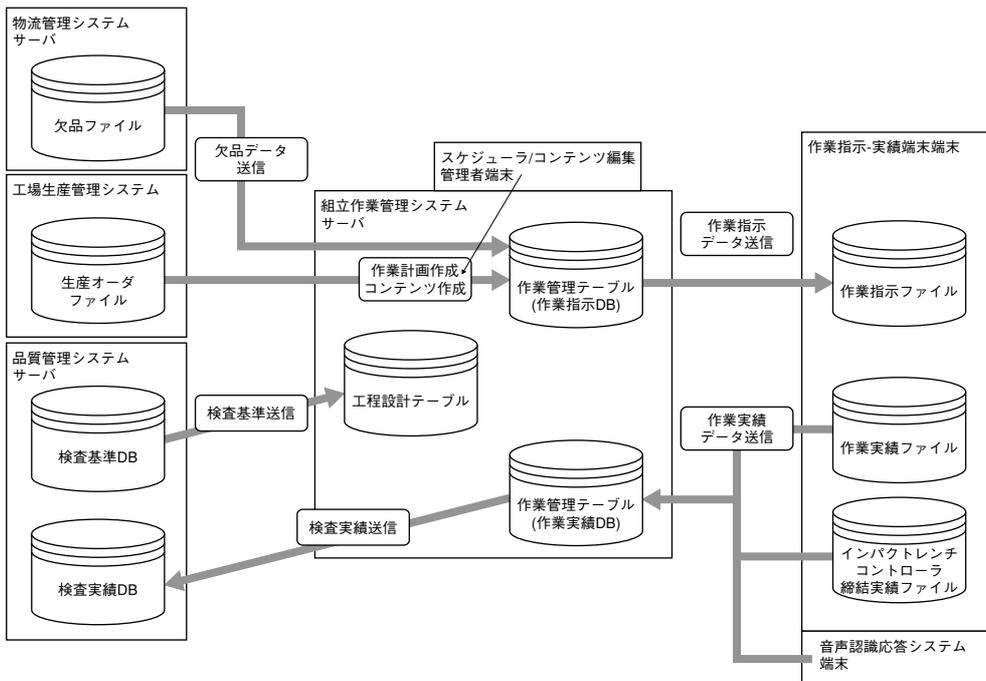


図3 システムデータフロー

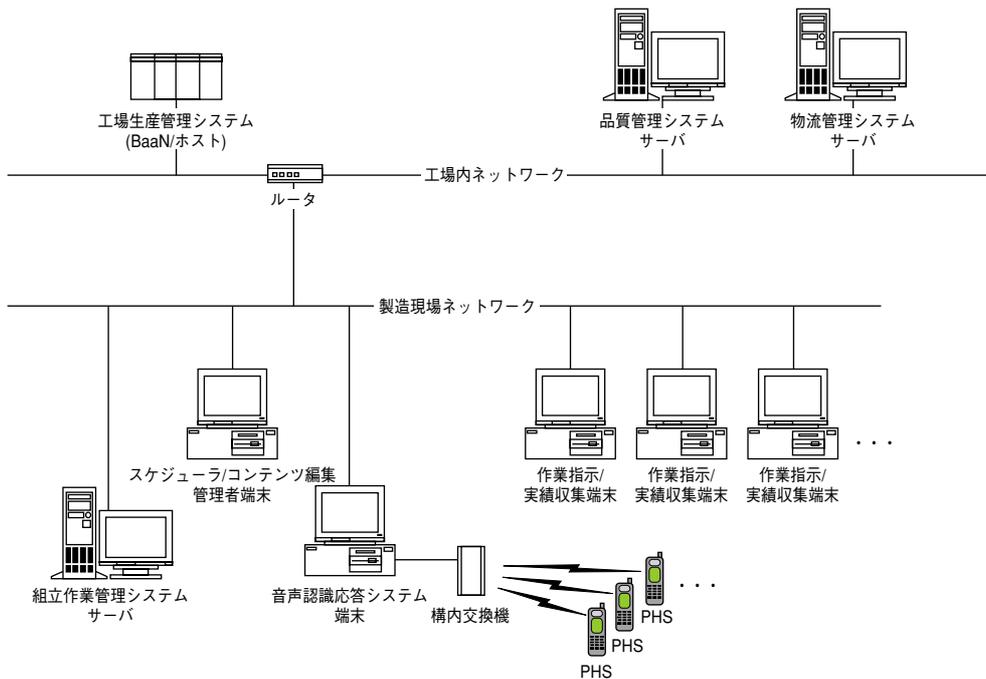


図4 システムハードウェア構成

4. 組立作業管理システムの機能

以下に、組立作業管理システムの主な機能と特徴について述べる。

(1) 作業指示・実績収集端末

(a) 作業指示メイン機能

生産オーダと工程設計データをもとに作業指示データが作成されて、音声と画像による詳細な作業指示が行われる。

作業指示コンテンツ(機種、仕様情報、工程、作業順序、作業内容、標準作業時間、画像、音声作業指示の文言など)は、製品の機種・仕様単位に工程設計データとして登録しておく。過去に起きた不具合情報は素早く作業指示にフィードバックして、品質向上を図る。

作業指示コンテンツのひとつ、画像データには品番情報や品質上の重要ポイントのほか、熟練作業者のノウハウを盛り込んで経験の浅い作業員でもそれを見れば一人で作業できるようにわかりやすく作成して、多能工化拡大のツールとしても活用する。

なお、現状の画像データの多くはデジカメで撮影した写真をもとにしているが、今後三次元CADで開発された機種はその代わりに3Dデータを有効活用していく。

図5に作業指示メイン画面の例を示す。

例は、「D155A-3」という製品の「第5工程」作業員「浜村」の、大作業区分「P/L取付補助」、作業名は「P/L左右マウントボルト本締め」という標準作業時間が「2分10秒」の作業に着手してから4秒が経過した作業指示画面である。上記作業に着手すると同時に「P/L左右マウントボルト本締め」と音声作業指示も流れる。

作業指示手段としては、作業指示・実績収集端末から出力される音声と、そこに接続されたディスプレイの二系統が用意されている。

ワイヤレス音声送受信機やPHSを使用することで、作業指示・実績収集端末から離れた場所でも音声作業指示を無線で受けることができる。

また、通常端末として用いるデスクトップPCのほか、PDA、ノートパソコン、ディスプレイとパソコン本体が分離できるワイヤレスディスプレイパソコン、大型ディスプレイなど、適用職場の用途に応じて様々なハードを組み合わせ運用することができる。

写真1に作業指示・実績収集端末と音声作業指示・実績計上装置の一例を示す。



写真1 大型ディスプレイ(左)、ヘッドセットとPHS(右)

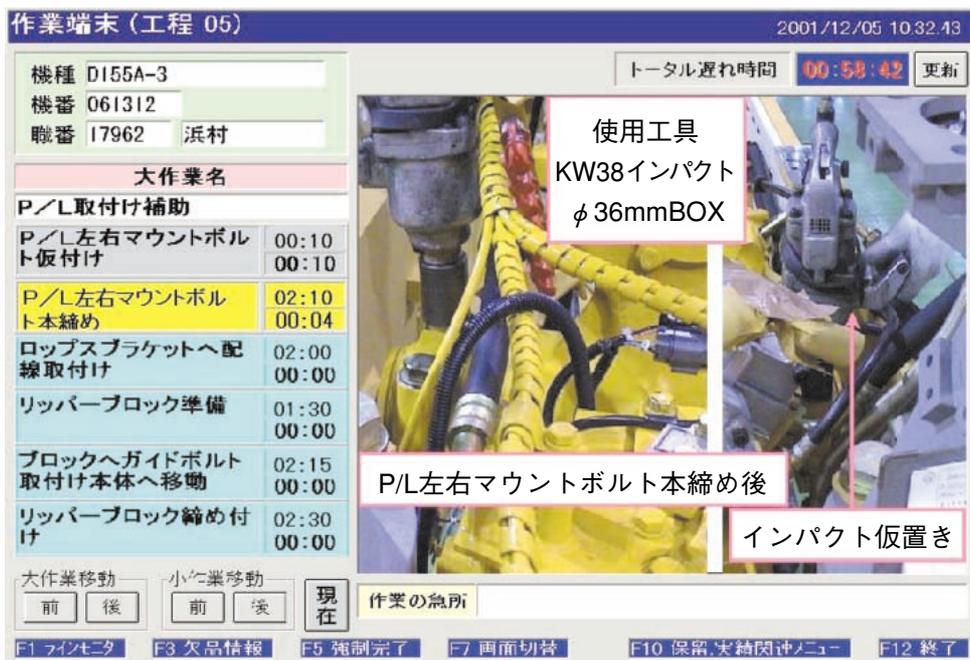


図5 作業指示メイン画面

(b) 作業指示サブ機能

ボルト締結作業にインパクトレンチコントローラを使用する場合は、図6のようなサブ画面が表示される。

該当作業になると、工程設計データに登録された機種・部位単位の規格値(締結トルク下限値/上限値, 打撃数など)が作業指示・実績収集端末に接続されたインパクトレンチコントローラに自動設定されて、一打撃ごとに締結結



図6 作業指示サブ画面

果を判定する。NG判定が出た場合は、緩め直して再締結するか、あるいは(インパクトレンチコントローラを使用せず)手締めすることによって、正常な締結実績だけを確実に残していく。

また、一打撃ごとに締結するボルト位置を画像で指示することによって毎回同じ順序でボルト締結することが可能となり、品質のバラツキも減少する。

(c) 実績収集メイン機能

作業指示に対する着手・完了入力手段は、リモコンや音声認識応答システムをベースにした音声のほか、作業指示・実績収集端末のキーボードやマウスが用意されている。

PHSを用いた音声実績計上の場合、ヘッドセット(写真1)使用によってハンズフリーの作業が実現する。作業者は、「完了」「中断」など音声認識応答システムに設定しておいた数種類の文言とPHSのプッシュボタンだけで、作業計画の選択から基本的な実績計上作業が行える。

図7にPHSを用いた音声作業指示・実績計上の概略フローを示す。

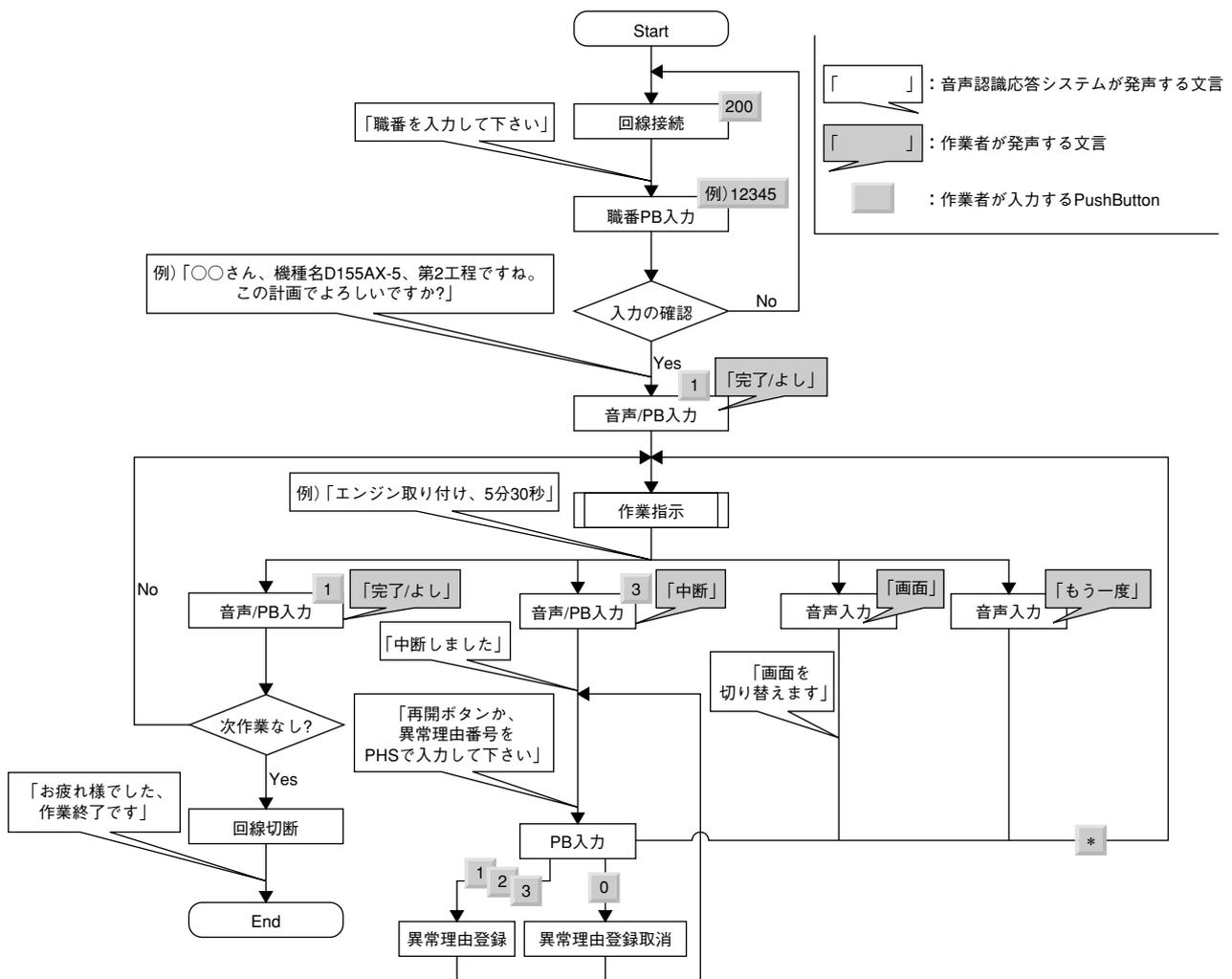


図7 音声作業指示・実績計上概略フロー

(d) 実績収集サブ機能

作業指示の中で検査にかかわる作業(目視結果の入力、刻印No.の入力、計測値の入力・判定)に関しては、**図8**のようなサブ画面がそれぞれ表示されて、作業実績を入力する。



図8 実績収集サブ画面

(b) 作業実績表示機能

作業者別に作業実績のガントチャートを表示する。管理者は、本機能を使用してデータ分析、問題点の抽出、改善、工程設計データの修正という一連の作業を繰り返し実施することによって、日々改善を進めていく。

図10に作業実績表示画面のサンプルを示す。

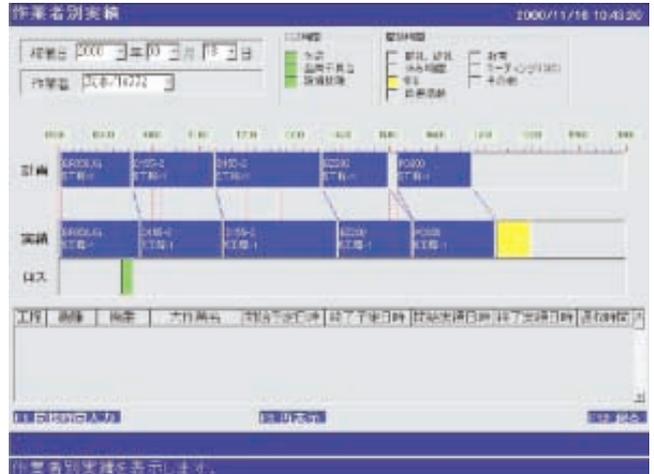


図10 作業実績表示画面

(2) サーバ

(a) ライン稼働状況一覧表示機能

本システムに接続しているクライアントのリアルタイムな稼働状況(工程、機種、機番、作業者名、進捗状態)を一覧表示する。作業者ごとの進捗状態は、作業項目単位に設定された標準作業時間に対する遅れ進みを色分け表示することで判別できる。

管理者は、事務所にいながら現場の進捗状況を一目で把握できる。

図9にラインモニタのサンプル画面を示す。



図9 ラインモニタ画面

5. 適用状況

以下に、本システムの適用事例について述べる。

(1) 大型建設機械の本体組立ライン

本システムを初めて導入したこの職場では、大型ディスプレイによる作業指示と、音声認識応答システムとPHSを用いたハンズフリーの音声作業指示・実績計上を行っている。

(2) 大型建設機械の部品組立ライン

インパクトレンチコントローラを用いたボルト締結作業が中心のこの職場では、通常のデスクトップPCを用いて作業指示と実績計上を行っている。

そのほか、大型建設機械の本体サブ組立ライン、中型エンジン組立ライン、特機組立ラインの計3ラインへの導入を現在進めている。

6. おわりに

本稿では、音声や画像による詳細な作業指示と、音声やリモコンによる実績収集を行って品質向上や生産性向上を目的とした、主に組立職場の作業をサポートするシステムについて紹介した。

今後は、頻繁に行われる設計変更内容を迅速に作業指示コンテンツへ織り込むツールや、CAD/CAMシステムと連携して設計の3Dデータを作業指示コンテンツとして有効活用する仕組の検討・開発を進めていきたい。

筆者紹介



Takashi Ueno

うえの たかし

上野隆司 1996年、コマツ入社。
現在、生産本部大阪工場改革部所属。



Yoshihiro Yao

やお よし ひろ

八尾佳宏 1985年、コマツ入社。
現在、生産本部大阪工場改革部所属。

【筆者からひと言】

本システムの機能アップおよび他のシステムとの連携強化を進めていながら、実運用において本システムが持つ機能をフルに活用することは、これまでの製造現場の文化を変えることにもつながると考えています。今後も、BTO対応に向けて市場と直結したフレキシブルな生産体制を実現すべく、製造現場を中心に生産システムの開発を進めていきたいと思ひます。