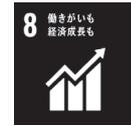


特 集 論 文

関連するSDGs



配電盤工場(九条工場)のスマート化

The Efforts to Smart Switchgear Factory

(Kujo Factory)

橋 本 晃

Hashimoto Akira

今 江 龍 彦

Imae Tatsuhiko

左 近 勝 宏

Sakon Katsuhiro

山 田 潤

Yamada Jun

谷 口 祐 亮

Taniguchi Yusuke

概要

当社九条工場は、配電盤の生産設計、製缶塗装から組立までを一貫して生産している。九条工場では2022年3月より耐震補強工事を進めており、工事完了後の2024年2月からのフル生産再開に向けて「スマート工場化活動」を進めている。本稿ではその取組みについて紹介する。

Synopsis

Our Kujo factory produces from production design, can manufacturing and painting to assembly of switchgear consistently. Seismic strengthening works has been underway since on March 2022 and also smart factory activities towards full production resumed from February 2024 after construction at the factory. This paper introduces these efforts.

1. はじめに

当社九条工場では、2001年12月より配電盤の生産設計、製缶塗装から組立までを一貫して生産し、生産した製品を多くの顧客に納入してきた。本工場では、これまで設備導入・改善活動を行い、生産性向上を図ってきたが、今回、「スマート工場化活動」に取り組むことで、設計業務の自動化、生産設備・人の稼働状況の最適化をすすめ、さらなる生産性向上を目指した。本稿では、本工場で行ったスマート工場化に向けての活動事例、3D-CADを用いた設計業務の改善、IoTによる見える化、IE手法を用いた動線改善等について紹介する。

2. スマート工場化

本章では、スマート工場化に向けて取り組んだ活動事例について紹介する。

2. 1 3D-CADを用いた設計業務の改善

九条工場では生産設計工程で使用する3D-CADを用いた設計業務の改善に取り組んだ。

2. 1. 1 3D-CADを用いた設計業務の自動化・標準化

九条工場で作成している配電盤は、1面当たり平均約150種の部品を組み合わせて構成されている。このように多くの部品で構成される機器の設計を、3D-CADを用いて実施している。

設計に関しては設備内容や設置場所等の条件により、機器の構成およびサイズが標準設計から異なる場合、その都度、各部品を手動で設計して組み合わせることが必要となっている。

専用のフォームを作成し、設計に必要な情報を入力することで、標準設計図から、自動で条件に応じた部品を選択、組み合わせを行い、ユニットモジュール(屋根・扉・底部・側面)が完成するシステムを構築した。図1に改善前の各部品の設計例を、また、

図2に改善後のユニットモジュール設計例を示す。

自動作成したユニットモジュールと主回路機器を配置したコアモデルを組み合わせることで、スイッチギヤの設計が容易となるようにした。

これらの改善により、設計工数と仕損じの削減に繋げることができた。

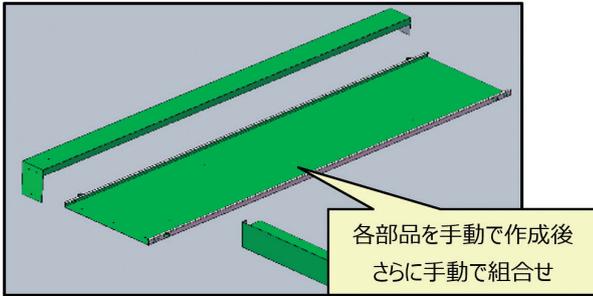


図1 改善前(屋根の設計例)

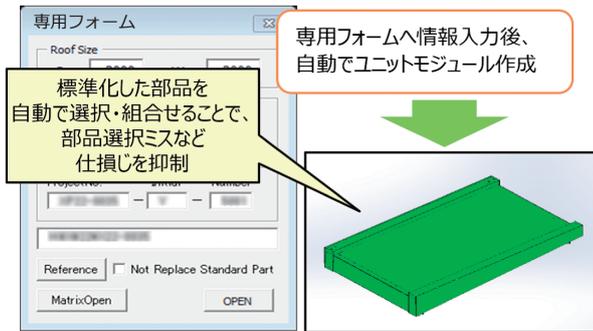


図2 改善後(屋根の設計例)

2. 1. 2 チェック自動化

工場で作成している配電盤筐体は、複数の部品をボルトで締結して構成されている。その締結穴にズレが生じないように、3D-CADを用いて自動でズレをチェックできるプログラムを作成したので、以下に紹介する。

従来は、3D-CADの組み合わせ部品間の締結穴にボルトを一本ずつ配置して穴サイズや穴のズレが無いか確認が必要であり、ボルトの配置とチェック業務に大きな工数が発生していた。

その対策として、3D-CAD上で、締結部品の穴をクリックすれば、仮想ボルトが自動で締結箇所配置できるようにした。さらに、自動で配置された仮想ボルトと、相手側部品との締結穴ズレを自動でチェックして検出できるプログラムを作成した(図3)。

これを運用することで、締結穴ズレのチェックに要する工数を削減できた。

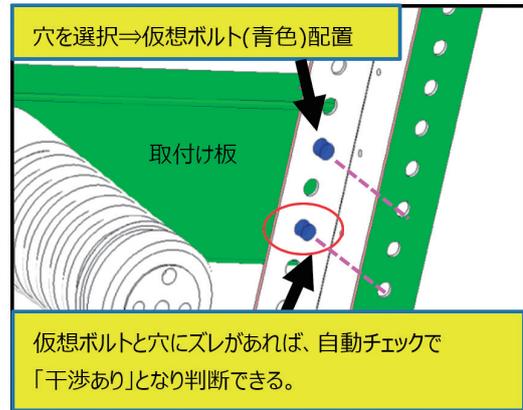


図3 仮想ボルト(青色)配置、自動チェック

また、その他のチェック機能として、導体絶縁距離の自動チェックプログラムを作成し、工数の削減を図った。

2. 2 加工設備の進捗・稼働状況の見える化

九条工場では、加工に必要な製缶設備(NCタレットパンチプレス、バンダー、溶接機)や自動塗装ラインのほか、制御線を加工する自動布線機などを有している。これら設備での加工の進捗・稼働状況を把握するため、設備ごとに設けたモニタに、その状況を表示するシステムを構築した。また、管理者側でも表示部分を見ることによりリアルタイムでの状況確認を可能とした。図4に、その表示システムの構成イメージを示す。

また、上記のシステムを構築したことにより、製品・作業員別の加工能力の傾向が分かる情報も取得できるようになった。今後は、その情報を、各職場のリーダーが分析し、そこから課題を見つけ出すといった、業務改善のPDCAサイクルを回せる環境づくりにも取り組んでいく所存である。

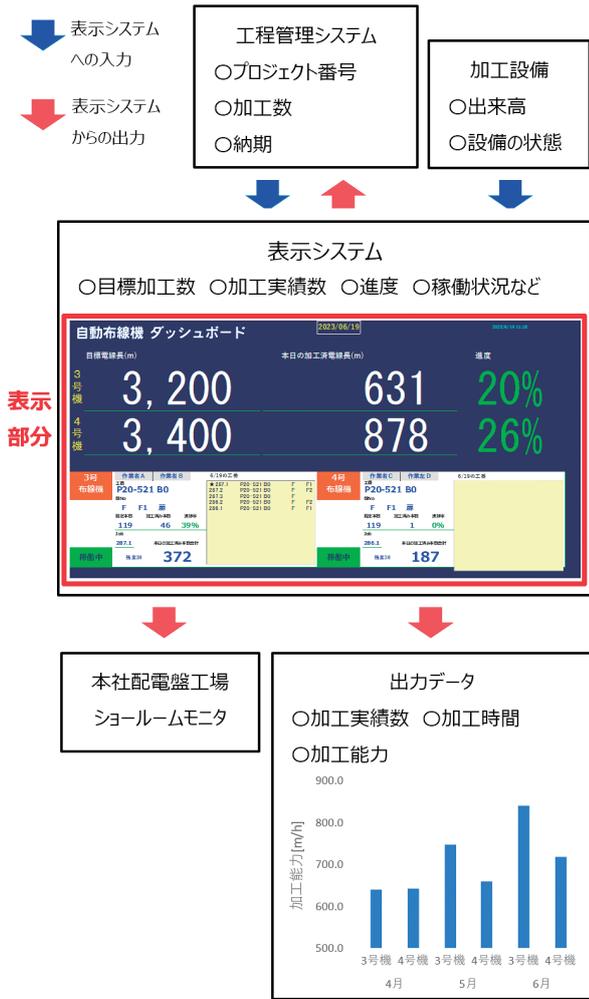


図4 表示システム 構成イメージ

2. 3 レイアウト変更による動線改善

工場の耐震工事の実施を機に、工場内の作業員の動線改善を目的として、作業員の動きについて、動線分析を実施し、その結果を元に、工場のレイアウトを変更した。

その結果、作業員の各工程エリア間の歩行・部材運搬の距離を40%低減することができた。図5に、製缶エリアでのレイアウト変更前後での部材運搬距離の比較を示す。

加えて、運搬リスク低減や作業者の負担軽減にも寄与することができた。

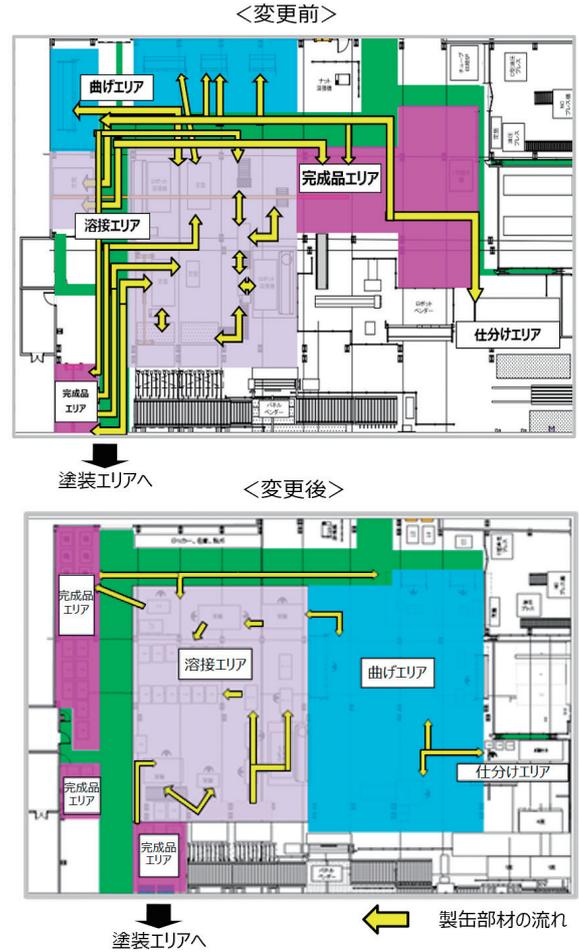


図5 製缶エリアでのレイアウト変更前後の部材運搬距離の比較

2. 4 工程設計表の自動化

設計業務での自動化の領域拡大により、データ連携が可能となり、工程設計表の自動生成システムを構築することができた。

このシステムでは、まず「変流器の取付け作業」等の作業単位毎に工程を展開し、その各工程（筐体組立/収納機器取付/配線/主回路機器取付/仕上げ）順に目標工数を算出し、それらを纏めることにより、全体の工程設計表を作成している（図6）。これにより、一品一様の製品でもJIT（ジャスト・イン・タイム）生産を可能にした。また、生産完了までの目標工数の明確化と生産進捗の管理でIoTによる工程の見える化を可能とした。

工程設計表									
工場	東芝製作所	BD	107	製造工程	組立工程	納入先	●●●●		
工程	箇所	機材	制材	加工	組立	検査	梱包	合計	経過
種類	内容	品名	数量	工程	工程	工程	工程	工程	工程
工程 No.	品名	作業内容	形式	デバイス	員数	工数	作業メモ		
2	1	部品検査	部品検査	部品検査	1	100			
2	2	部品検査	部品検査	部品検査	1	100			
3	3	部品検査	部品検査	部品検査	1	100			
4	4	部品検査	部品検査	部品検査	1	100			
5	5	部品検査	部品検査	部品検査	1	100			
6	6	部品検査	部品検査	部品検査	1	100			
7	7	部品検査	部品検査	部品検査	1	100			
8	8	部品検査	部品検査	部品検査	1	100			
9	9	部品検査	部品検査	部品検査	1	100			
10	10	部品検査	部品検査	部品検査	1	100			
11	11	部品検査	部品検査	部品検査	1	100			

図6 自動作成した工程設計表例

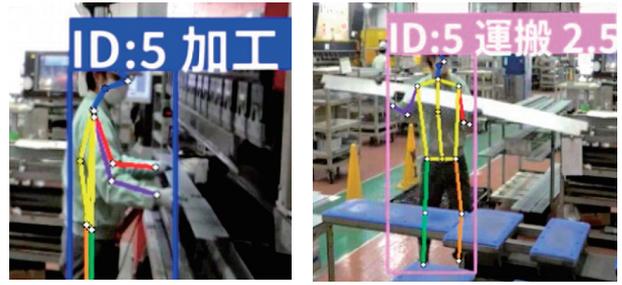


図7 モーションキャプチャ事例

2. 5 モーションキャプチャ活用

これまで作業の分析をする際は、ストップウォッチ法等を用いて対象者と1日行動を共にする必要があり、多くの時間を要していた。それを改善すべく、AI行動解析システム（モーションキャプチャ）を今回導入した。このAI行動解析システムは、分析したい行動や作業、動作をあらかじめAIに学習させることで、カメラ映像の骨格情報から対象の人物がどんな行動や作業をしているかを自動判別できるシステムである（図7）。

このシステムと、工場各所に設置している既存の工場カメラとを連携させることで、リアルタイムに行動分析することが可能である。また、システムに保存されているモーションキャプチャのログ情報と設備の稼働状況を連携させることで、部品単位や人ごとに作業割合を抽出でき、より細かな行動分析も可能となる。さらに、そのログ情報を活用し、人流分析や転倒時のアラート発報など、さまざまな用途に応用できる。今後は、このシステムを活用し、工数削減・作業員への教育実施・職場安全などを目的とした活動への適用を目指す所存である。

3. まとめ

少子高齢化による労働人口不足や素材高騰の環境下での価格競争など会社を取り巻く環境が著しく変化する中で、労働環境の改善や生産性の向上の活動は、常にタイムリーに適用できるように、継続して取り組む必要がある。

今回のスマート工場化に向けて実施してきた活動では積極的に若手を登用して人材育成を行った。今後は3現主義の重要性を継承し、課題に見える化から容易に原因分析できるようにすることで現場管理者の負担軽減を図っていく所存である。

執筆者紹介



橋本 晃 Hashimoto Akira
電力・環境システム事業本部
システム装置事業部
製造部長



山田 潤 Yamada Jun
電力・環境システム事業本部
システム装置事業部
製造部 グループ長



今江 龍彦 Imae Tatsuhiko
電力・環境システム事業本部
システム装置事業部
製造部 主任



左近 勝宏 Sakon Katsuhiro
電力・環境システム事業本部
システム装置事業部
生産設計部長



谷口 祐亮 Taniguchi Yusuke
電力・環境システム事業本部
システム装置事業部
生産設計部 主任