株式会社名村造船所

鋼板印字装置導入

加治屋 直樹* Kajiya Naoki

岸川 雅俊** Kishikawa Masatoshi





鋼板へのマーキング作業に関しては、これまで手作業で行っており、効率が悪く文字のバラつきもある為、マ ーキングミスによる取付間違いや紛失等の後戻り作業が多数発生しており、作業効率の改善及び品質の均一化 を目的として、鋼板印字装置を導入したので紹介する.

自動化する事で個人による文字のバラつきもなくなる為、品質が均一化され、後工程で読取に迷うことも無 くなるほか、導入に際し QR コードの印字を可能とすることで QR コード活用による部材チェック時間の削減を 見込んでいる. また, ブロック時数管理等の分析精度向上にも繋げる予定である.

なお、本件は国土交通省による、海事生産性革命(i-Shipping)推進として申請し採択された「造船工場の見え る化システムの開発基盤「モニタリング・プラットフォーム」の構築と造船工場へ本格適用するための試験研 究」(以下、造船工場の見える化)に含まれる内容である.

1. 緒言

ては、その下流工程にあたる組立、溶接工程に於いて能率的 に作業を行える様にするべく, 船舶を構成する部品である 「部材」に対して部材の名称や部材の送り先といった各種情 報を「マーキング」する作業を行っている.

このマーキングする内容は、建造する船の Ship No. であ る「番船」, どのブロックの部材かを示す「ブロック名」, 部材 一品の名称である「部材名」、その部材をどこの工場で使用 するかを示す「送り先」等があり、いつ、どこで、誰が、どこに その部材を使ってブロックを製作するかの判断基準となる 情報で、生産性向上の為の必須の情報となっている.

上記の情報は、切断加工工程において「マーキン図」と呼 ばれる図面を元に、各担当作業者が1つ1つの部材に手書き でマーキングを行っていた.

例えば当社にて建造している VLCC の場合、船殻を構成す 字近い文字の記載が必要となり、マーキングそのものに掛

かる手間や、書き間違いによって部材が行方不明になる事 船舶建造に於ける最上流工程である切断加工工程におい による部材を探す手間,組立工程に於ける誤作の発生とい った無駄が発生していた.

> 鋼板に情報を記載する鋼板印字装置自体は、以前から他 社では導入が進んでおり、一般的な設備として普及しつつ ある中で,当社に於いても先述の様な問題を解決し,生産性 を向上させる為に鋼板印字装置を導入した.

> 本装置導入により,現場及び設計時数を削減でき,年間約 32,000 千円のコスト削減を見込んでいる.

2. 導入検討

2. 1 印字装置タイプの選定

導入検討にあたり、現在他社での印字装置の導入例を調 査した. 他社事例としては、鋼板を動かさず印字装置が板の 長手方向に動き印字するタイプ、印字装置が固定されてお り,ローラコンベア上を動く板に印字するタイプの大きく る部材数は10万点を超え,かつその1つ1つの部材に20文 分けて2種類存在し,さらに板の裏表両面を印字するタイプ, 表面のみを印字するタイプの2種類に分かれ合計4種類の

原稿受理日: July 31, 2021

*株式会社名村造船所 船舶海洋事業部 製造本部 船殼部 内業課

- 64 -

装置タイプが存在する.

それぞれのタイプのメリットデメリットを記載する.

- A. 鋼板を動かさず印字装置が動くタイプ.
- ・鋼板が動かない為、印字の位置精度が高い.
- ・鋼板を設置する為のハンドリングが必要.
- B. 印字装置が固定されているタイプ
- ・現有設備のローラコンベアを活用した設置が可能
- ・鋼板の反りや回転が原因となり印字精度が悪くなる.
- C. 鋼板の両面を印字するタイプ
- ・組立工程で実施している裏面マーキングが不要になる.
- ・裏面印字用ピットが必要等,イニシャルコストが高額.
- D. 鋼板の片面を印字するタイプ
- ・イニシャルコストとしては両面印字より安価.
- ・裏面印字が出来ないので後工程の作業量は変わらない。

上記の様に各装置のタイプによりメリットデメリットがあるが、当社では裏面印字量が現状そこまで多くない事、両面印字タイプは初期投資として非常に高額になる事から、鋼板の片面を印字するタイプとし、印字装置が動くタイプにするか、鋼板が動くタイプにするかは設置場所の検討を行った上で決定する事とした.

2. 2 印字装置導入場所の選定

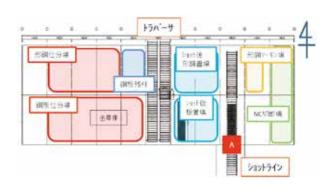
印字装置導入にあたり、検討すべき内容として最も重要 視したのが導入場所の選定だった。当社の切断加工工程と しては、株式会社伊万里鉄鋼センターによる鋼板水切り、仕 分け、ショット工程、当社による出庫棟でのショット後鋼板 の仕分け工程、第1船殻内業工場内でのNC切断工程となる。

印字装置が動くタイプの印字装置を導入する場合,新たな鋼板のハンドリングとしてクレーンによる印字装置付近への鋼板ハンドリングを増やして対応するか,鋼板印字装置に連結する新たなコンベアラインを新設するかのいずれかが必要になり、後者の場合設置面積が大きくなる.

現状の出庫棟内レイアウトを第1図に添付するが、ショット完了後の鋼板/形鋼置場、仕分け場で大半のエリアを占有しておりコンベアラインを新設するには場所的にも非常に狭く、また設備投資額も増大してしまう.

クレーンによるハンドリングを増やして対応する方法も 考えたが、ハンドリングの手間が掛かり製造現場としては 設備導入メリットが小さくなる.

一方で、板が動くタイプの印字装置を導入する場合、コンベアラインのどこかに印字装置を設置する必要があるが、 設置に必要な面積は少なく済み、全自動の仕組みを検討す

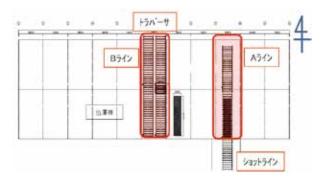


第1図 出庫棟レイアウト

る事が可能な為、製造としては大きなメリットが見込める.

鋼板が動くタイプの印字装置を設置する場合,ショットコンベアラインの出口付近(第1図中A地点)に印字装置を設置し印字するレイアウトが一般的だが、株式会社伊万里鉄鋼センターのショット棟と出庫棟のレイアウト上設置は困難な上,ショット完了時点では印字情報を持っていない板がある場合もあり,ショットコンベアラインとは一度切り離して,出庫棟内に設置する様レイアウトを考えた.

出庫棟内のコンベアラインは主に2つあり,1つはショット後の鋼板あるいは形鋼を受け取るショットコンベアラインと直接繋がっているAライン,もう1つは第1船殻内業工場内のNC切断機の要求が挙がった際、トラバーサを介してNC切断機に板を送る為のBラインである.(第2図に示す)



第2図 出庫棟コンベアライン

A ラインの場合,ショットコンベアラインと直結しておりショット後即印字が可能だが,設計情報が付与されていない場合があり印字が出来ない板が発生する可能性がある.また,現在出庫棟の運用として北側を形鋼仕分け場,南側を鋼板仕分け場としているが,このラインに設置する場合,鋼板が北側での受け取りとなり,出庫棟内の鋼材置場を全面的に見直す必要がある.

Bラインの場合,NC切断機の要求に応じたタイミングで印字する事となり,設計情報の抜け落ちは無く、出庫棟内の運

用も現状で良い.

上記を勘案し、印字装置は出庫棟出口、トラバーサ手前に 字を行うことが出来る. 設置する事とした.

3. 設備概要

3. 1 印字装置概要

第3図に印字装置の設備配置図と写真を示す.

まず、印字装置とはどんなものかについて、大きなプリンターをイメージして頂くとわかりやすい、印字装置がプリンターのヘッド部分(写真 1 の赤い部分がインクを吹き付けるヘッド部)、鋼板が紙、ローラコンベアがプリンター内の紙を送る部分に該当する。今回設置場所が NC 切断機への鋼板搬入の都合上、コンベアが P側・S側の 2 列になってお



写真1 印字装置内状况

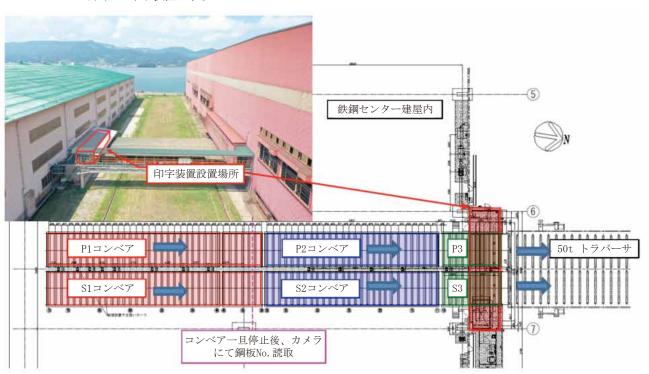
り,印字装置1台で各コンベア毎に鋼板を搬送させながら印字を行うことが出来る.

第1表 印字装置主要仕様

対象鋼板	幅:1,000~4,150mm 板厚:6~100mm 鋼板長:3,000~22,500mm
最小文字高さ	5mm
印刷可能な線幅	1.5mm
対応搬送ライン速度	6,000mm/min
インク色	白色

第1表に印字装置主要仕様を示す. 当社で使用する全ての板材に対応している. 印字する鋼板とヘッド間のクリアランスは10mmで設定されており,ヘッドはセンサを具備し,板厚の変化に応じて上下出来る. 精度確保の為,ローラの回転による鋼板の上下が小さくなる様に印字装置廻りのローラは全て取替, ±1mm の精度でレベル調整を行っている.

また、鋼板重量等の違いによるコンベア速度の変化に対し、速度センサを具備しヘッドの動きを速度の変化に応じて追従させている。尚、コンベアの速度制御については、各コンベア及びトラバーサにインバータを具備し、各モータの回転数等を制御することで行っている。(写真 2 コンベアモニタ画面参照)



第3図 設備配置図/写真



写真2 コンベアモニタ画面

3. 2 無人化

今回設置した印字装置において工数削減を目的として、 基本的に無人化にて計画・実施しており、基本的に人が介入 するのは、日々の清掃・インク/洗浄液の補充のみである。

無人化ではトラブルの際に状況把握が困難である為, 印字装置周辺に監視カメラを設置し, その映像及び印字装置の運転状況を確認できる端末を管理室に設置し, 異常時はすぐさま管理者が確認を行えるようにしている. (写真3)

4. 出庫管理システム

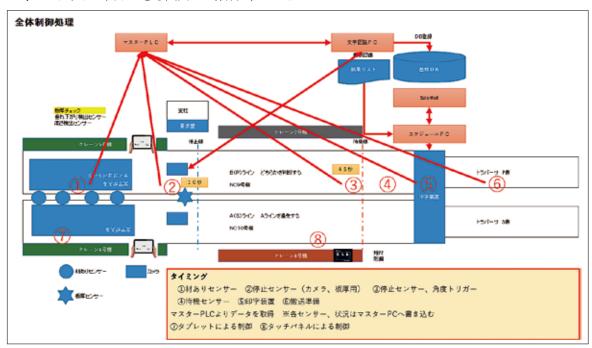
鋼板印字装置の運用にあたり、紙ベースの切断用図面(マーキン図)の廃止、極力人間による操作を避ける為、印字装置に関係するシステムはネットワークに繋がる様々な PC、タブレットを端末として想定し Internet Explorer、Google Chrome 等のブラウザで表示できる画面にて作成し、アプリ



写真3 監視カメラ画像

ケーションサーバー側でコンベアや印字装置との制御通信 を行う仕組みを構築している. 基本的な流れを第 4 図に示 す.

材料有センサ①が ON 状態に合わせてコンベアをスタートさせることが可能となり、コンベア制御にて自動で印字装置まで鋼板が移動していく流れである。②にはカメラを設置しており、鋼板ショット時に付与される鋼板情報(鋼板識別番号の印字:以後一貫番号)から文字認識を利用して鋼板を判別し、印字する情報をサーバーより取得している。③~⑥は印字時に必要な角度やサイズを取得するセンサが自動収集する仕組みとなっている。印字状況やエラー情報はアプリケーションサーバーに保管される仕組みとなっており、印字中や他の設備が稼働中の場合はコンベアをスタートできない仕様となっている。



第4図 全体フロー

出庫棟に於ける鋼板仕分け作業やNC 切断機からの鋼板要求に対する鋼板出荷作業は、クレーンの運転手が紙ベースの帳票による消込作業、鋼板山付け状況管理を行っていたが、全てタブレットによる運用に切り替えた。システムに関してもタブレットによる画面を想定し、情報が分かるようにできるだけ1画面で表示できるように画面調整を行った。また、作業者が画面を見ていないことも想定し、音を出す機能を搭載し状況を作業者に伝えるように工夫している。画面を第5図に示す。



第5図 システム画面

一覧は各情況(印字完了:黒,入庫済み:黄色等)により色分けされており、鋼板の状況が色で判断できるようにしている.過去の情報の検索は日付毎、番船や一貫番号による検索も搭載しており、鋼板の情報は検索が可能である.検索方法もタブレットによる作業者の指による操作を想定しており、大きく表示をできるようにしている.第6図に示す.



第6図 検索条件設定画面

本システムはアクセス時に状況の一覧を表示し、作業者 がログインすることでコンベアのスタートボタンや印字ス キップを押すことができる。また、システム設定や文字認識 の範囲を変更することが可能である。現在のカメラ撮影状 況を表示して文字の認識率が低下した場合の状況確認や認 識結果を一覧表示できることなど、機能はプログラムを変 更せずに設定をできるように構築している。メニューは第7 図に示す。



第7図 本システムメニュー

カメラによる自動認識はシステムで設定された範囲内の 文字を自動で検索できる仕組みを構築しており、当社の基 幹システムデータとの検索を含め約10秒の待機時間内で処 理している. 鋼板のドット文字は画像認識と比較用画像に よるマッチング処理を行っており、認識率を高くするため に比較用画像の作成や文字の2値化する色範囲を指定する など工夫を行ってきた. カメラの設置状況を写真4に示し、 カメラ認識の画像変換について第8図に示す.



写真4 カメラ設置状況



第8図 カメラ撮影画像からの変換結果

撮影された画像により指定範囲を白と黒に変換した画像を文字となるように調整を行いどの文字と近いのか判定を行い実際の文字を決定している。本来であれば確実に認識させることが必要であるが、光の当たり具合や鋼板への手書き等の影響により認識できない場合もある。読み取れない画像を第9回に示す。



第9図 読取不可の鋼板

通常の読込完了後に鋼板は自動で移動していくが、読み 取れない鋼板はシステム上で手入力または選択により設定 可能とし、印字スキップの数を減らせるように修正機能に て対応している。実際の撮影画像を確認しながら選択また は手入力を行うように対応しており、作業者によるスキッ プ入力も可能である。システムによる修正を第10回に示す。



第10図 システムによる手入力

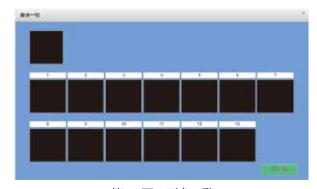
認識結果は一覧として直近の認識結果を一覧で表示し、 直近の文字認識結果後の装置エラー時によるスキップとな らないよう、認識結果の取り消しも対応した. 認識結果一覧 を第11 図に示す.



第11図 認識結果一覧

鋼板管理も行えるよう、鋼板の入庫は置き場管理機能を 搭載している。どこに保管されたか、いつ保管したかがデー タベース上に記憶されており、入庫〜出庫までの一連の情 報がそれぞれ登録されたタイミングで記録されており、保 管状況の分析が可能なデータをデータベースより出力する ことができる。 本システムはコンベア制御と印字装置との情報連携に対応しており、エラー発生時のエラー表示や印字状況を画面上に一目で分かるように表示対応した. 画面上で表示することにより、作業者が制御装置まで移動する必要があるか判断できるようにした. また、要求表示も対応しており、要求されている情報が一覧として表示されるように画面追加を行った. 要求一覧を第12回に示す.

NC 切断機まで鋼板が移動した際に印字されているかスキップされたか、エラーによる印字スキップかの状況が不明であり、作業者が鋼板を確認する必要があった。急遽対応としてNC ターミナルに切断データ入力タイミングと同時にランプを取り付けて状況が分かるように対応を行った。ランプ点灯状況について写真 5 に示す.



第12図 要求一覧



写真5 ランプ点灯状況

運用していく上において各装置,システム間の連携は重要であり、安全性も考慮しながらの対応となるので制御情報の連携は装置導入前から様々な条件での連携の検証に対応している。実際に各装置が導入されてからも運用変更や制御方法の変更に対応しており今後はより現場のニーズにあった運用へ変更していけるよう引き続き対応が必要である。

5. 印字情報

印字情報は、今までマーキング図に利用していた情報をそのまま利用し、部材の適正個所にリサイズして配置するようにした。 具体的には、船殻生産設計課において AVEVA™ Marine を使用し、生産用の船体 3D モデルから Smart Hu11™システムを介して一品図を作成する際に、部材の矩形サイズにより文字フォントサイズ 10 mm~40 mmを決定し、文字同士やマーキングラインと干渉する場合は、矩形サイズで決定した文字フォントサイズより1ランク(5mm)落とした文字フォントサイズで配置する。また、NC 切断による印字された文字の欠落を防止するために切断面から10mm離すよう考慮して自動配置している。尚、QR コードについては一品情報で印字する位置を四角形で表示し、部材サイズに応じて複数個を自動配置する.

Smart Hull™システムで仕上げられた一品情報は、ネスティングシステムの Cadwin Nesting Ver. 19™システムのデータベースへ転送されて、LOT 単位でネスティングされる。ネスティング後は適正なタイミングにおいて NC 情報も生成される。この際に、印字装置専用の変換プログラムが実行されて印字情報も平行して生成される。第13 図に仕上げられた一品情報(左)と、その後に印字情報(右)に変換された部材を示す。



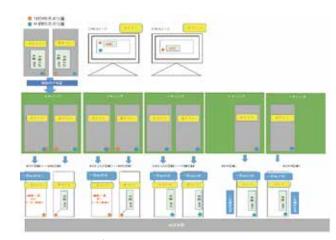


第13図 文字及びQRコードの自動配置

印字装置導入検討時に、印字の原点位置とNC切断時の原点位置の同期が取れるかどうかが懸念された。個々の文字などの位置が多少ずれても大きな問題とはならないが、全体的にずれてしまうと多くの部材で手修正をおこなわなければならず、後戻り作業が発生してしまう。当社の場合、対称切断を行うNC号機と片肺で切断を行うNC号機があり、それぞれでNC切断前の鋼板セット方法が異なる為、それぞれのパターンを洗い出し入念にシミュレーションを行った。それらのパターン考察を第14図に示す。

普通に考えると鋼板幅と情報の鋼板幅は一致するため鋼

板の角に合わせればよいと考えるかも知れないが、実際は 鋼板には余長があり、実鋼板と CAD で作成された情報の値 は合わない場合が多い.



第14図 印字原点とNC切断原点位置のパターン考察

対策として、鋼板印字枠を四隅に印字することにより NC 切断の原点と共有化することで、NC オペレータがセット位置を迷わないで済むように考慮した.

QR コードは、ネスティングシステムに情報が転送された時点で、情報が埋め込まれる. 生成される QR コードは予めきめられた大きさで生成される. 当社は40 mm×40 mmと決定したが、情報が多くなれば解像度が低くなってしまう.

写真6は試運転にて印字したQRコードである.一般的なスマートフォンQRコードリーダをダウンロードし確認を行ったが,読み取れるものは半数程度だった.デンソー社製のQRコードリーダを利用すると7割程度の読み取り率であった.今後の実運用に向けて印字精度を高めていく活動が必要と考える.





写真6 印字されたQRコード

6. 実運用

執筆現在, 印字装置が稼働し出してから半年程度経つが, 現在の現場での運用状況を記載する.

鋼板が移動するタイプの印字装置として最も懸念された 印字のズレについては大きなズレでは無く, 実運用上特に 大きな問題は発生していない.

また, 印字装置を導入するに当たり切断用図面を廃止し, 何らかのエラーで印字出来なかった鋼板に対してのマーキンを行う際はタブレットを用いて印字している. 作業者は タブレットの取り扱いに不慣れな為, 使いにくいといった 声が挙がるかと考えていたが, 特に問題無くタブレットでの印字も実施出来ている.

また、以前は人の手でマーキンを行っていた為、書き間違いや文字が見難いといった問題点があったが、印字装置の導入によりそういった不具合が激減し、後工程においても工数削減に繋がっていると考える.

問題点としては今までNC切断機による切断中に行っていた作業であるマーキン作業が無くなった為,当然作業能率は向上しているが,能率向上したがゆえに出庫棟から鋼板を送り出す事が間に合わず,NC切断機が一時的に稼働しないといった状況が発生する事がある.一時的にNC切断機の稼働を停止してタクトタイムを合わせる様対応しているが,仕事量が増えた際は切断が間に合わなくなる可能性も視野に入れ,出庫棟からNC切断機へ板を送る際のルール作りといった現場での運用変更を検討している.

7. 今後の展望

今回導入した鋼板印字装置はQRコードの印字にも対応している.部材に付与されたQRコードを読み取ることで、作業の消込や進捗管理に繋げていく様考えている.海事生産性革命(i-Shipping)推進として申請し採択された造船工場の見える化においては、曲げ工程の作業消込のシステム化に関して、QRコードの読み込みを前提としたシステムを構築している.現在は構築したシステム(第15回)を活用し、単なる作業消込のみに終わらず、目標管理や進捗管理などの管理機能の追加、また今後日報の半自動作成への連携などのシステム化が計画されている.



第15図 見える化システム 消込入力画面

しかしながら現在の課題として、先述したようにQRコード印字に関しては印字のぼやけ、歪み等が原因で読み取る事が困難な状況にある。問題を解決すべくメーカー含め 社内関係者で対策検討中である。

まだ課題は残っているが、設備の有効活用の為、これから も現場運用面での改善等を実施し、さらなる生産性向上に 努めていきたい。

8. 結言

今回鋼板印字装置を導入するにあたり、切断加工に於けるマーキン作業の削減を目的としていたが、出庫棟に於ける鋼板管理、タブレットの有効活用といった切断加工全般のシステム化が大きく進んだ.

造船業に携わる人間として、他産業の自動化、省人化は、 正直な所眩し過ぎて目が眩むようなものとして見ていた所 もあるが、今回印字装置導入にあたり、カメラによる画像認 識、製造現場でのタブレット有効活用といった 10 年前では 夢物語であったような仕組みが確立出来た事は非常に大き な成果だと考えている.

これからさらにスマートファクトリー化を進めていく上で,この経験を活かし更なるシステム化,自動化,省人化を 進め生産性が高く,競争力のある製造現場を築いていきたい.

謝辞

最後に、休日返上で当社の要求に対応頂いた小池酸素工業株式会社殿、本設備導入にあたり検討段階から多大なご協力頂いた名村情報システム株式会社殿、名村エンジニアリング株式会社殿、玄海テック株式会社殿、株式会社橋本商会殿並びに社内関係各位にこの場を借りて深く御礼申し上げます。