

株式会社名村造船所

形鋼印字切断ロボット導入

田中 良樹*

Yoshiki Tanaka



村上 幸一**

Koichi Murakami



形鋼印字切断ロボット導入以前のマーキング・切断工事は全て手作業で行っていた為、マーキングミス、或いは切断ミスによる誤作の発生、また専門性が高い故に配員上の制約や人材育成、品質のバラつきが課題となっていた。また、昼夜勤体制で生産を行っても物量に対し生産能力が追いつかず、一部外注での対応が必要となり、結果として輸送費を含め内作に比べ割高なコストが掛かっていた。

これらの問題を解消すべく形鋼印字切断ロボットの導入を計画した。本設備の導入により導入前と比べて少ない人員で同等の生産量を確保する事に加えて、作業姿勢の改善による負担軽減も実現した。本稿では導入に際し検討した既設コンベアを活かした設備レイアウトや、材料投入時に切断順をコントロールするためのタブレット端末の導入、全体物量の把握とそれに基づく内外作振分が可能となるシステム開発など導入に関わる経緯について紹介する。

1. 緒言

自動化が難しいといわれる造船業にあつて製作の最上流である切断加工は数少ない自動化された工程と認識されている。確かに鋼板に関してはNC切断機が導入され自動化がなされているが、あらかじめ一定の断面形状に成形された形鋼についてはその製作方法をご存知ない方も多いのではないだろうか。

まず写真1のように素材に対して部材情報や切断ラインを手マーキングする必要があるが、1つの素材に対しそれらが網羅された情報は存在しない。現場に与えられた情報には1つの素材に対しどの部材を組み合わせるか指示する組み合わせ表、部材毎の形状や寸法を記す罫書表、歩留まりの関係から早めに組み合わせて切断を指示する先取表などがあり、これらを全て組み合わせるとマーキング作業が可能となる。そのため1つの素材に対し4、5枚の資料を用いながら多いものでは20部材以上の寸法を計測しマーキングや情報記載を行う事となり、生産性や誤作による再切断や部材探しなどが課題となっていた。

また、切断においても様々な端部、開先形状があり均一

な精度確保や、作業者は常にコンベア上で腰を曲げて作業を行うため、今後の高齢化を見据えた負担軽減も課題のひとつとなっていた。そして何より昼夜操業しても生産能力が追い付かず、かなりの物量を外注に依存せざるを得ない状況が続いていることで、コスト、物流、管理面で大きな課題となっていた。

そこで、これらの課題対応のため、形鋼印字切断ロボットの導入、及び形鋼に関連するシステムの改善を計画した。



写真1 手マーキング

原稿受理日：July 21, 2017

*株式会社名村造船所 船舶海洋事業部 製造本部 船殻部 内業課

**名村情報システム株式会社 製造ビジネス本部 海洋システム部 開発2グループ

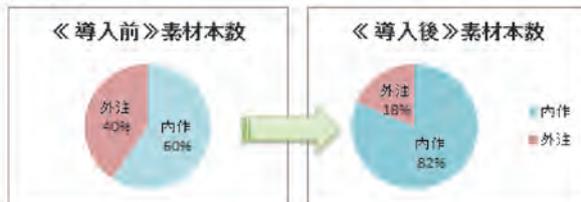
2. 現状調査並びに目標設定

設備の導入にあたり生産能力を決める必要があるため、外注先を含めた現状調査を行った。

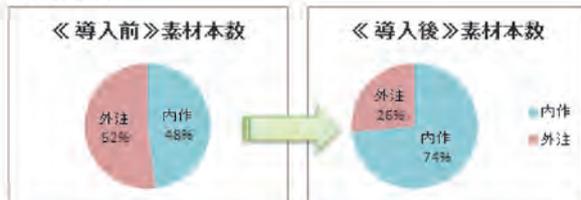
大半の形鋼は割り当てられた素材サイズによりどの外注に振り分けるかを定める仕組みになっており、それに基づいて設計部門から直接購買、又は外注先へ加工指示されている。結果として外注分は切断現場を経由しないため、全体物量や外注先別物量、またコストについて把握しづらい状況であった。

今回の結果から、外注先1社は素材サイズが限定されるものの自動化された形鋼加工ラインを有しており低コストである事、他社は弊社同様全て手作業であり製作ミスやコスト面での課題がある事が分かった。そこで現行の内作物量に加えコスト、品質面でメリットが得られる1社を除いた外注分を取り込む事が出来る能力を獲得するため2ライン設置を前提として仕様検討に入った。第1図に目標内作率を示す。

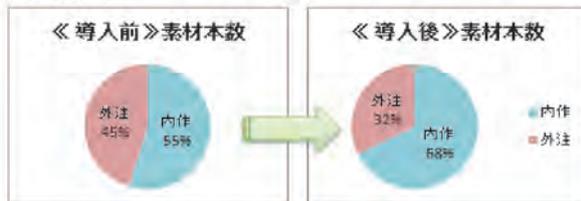
・ 82BC



・ 115TK



・ 2500RE



第1図 形鋼内作率

3. 設備仕様・レイアウトの検討

設備仕様・レイアウト検討に際し以下の項目を重点事項として検討を行った。

(1) 人とモノの移動を最小限にする

設置場所について形鋼を一つのエリアに集約し、自動化

ラインを既設の形鋼コンベア定盤に併設する事とした。ラインを止めないことを前提条件として、コンベア、ストックエリア、搬出後の1ヶ所集約等、人、モノの移動が最小限となるように配置を検討した。また、既設コンベアはロボットで切断出来ない部材や装置トラブルの対応等において必須と判断して残した。

(2) 切断機で面取り切断を行う

形鋼においてフリーエッジの面取り処理は必須であり、切断時エッジに丸みを持たせた切断方法を採用し、グラインダ作業の負荷軽減を図ることとした。これによりロボット切断後のエッジ処理に要する時間短縮を図り、搬出側の部材滞留を無くしラインがスムーズに流れる事を目指した。

(3) ライン上で仕上げ作業まで完結させる

部材のハンドリングを最小限とするため、グラインダや単純な二次加工の完結等、横持ちをミニマイズできる配置とし、加工スペース、クレーン、フォーク等の設備が有効に機能するレイアウトとした。また、オペレータがグラインダ及び単純な二次加工まで一連の作業で完成できるように考慮した。

(4) 装置トラブルに対するリスク回避

通常はロボットが切断するため切断線のマーキングは必要がないが、切断装置のトラブル等で自動印字の後に手切断を行う場合を想定して素材への全マーキング切り替えを可能とした。

(5) 素材搬入場から切断順序をコントロールする

多種多様な素材と素材ストックの仕組みで運用されているため、素材搬入時にNC情報とリンクし、受け入れ後の自動仕分けに対応できる仕様とした。

4. 関連システム開発

設備導入に伴って開発したシステム概要について以下に記述する。

4. 1 物量シミュレーションシステム

4. 1. 1 システム構築の経緯

弊社の形鋼マーキング・切断作業の一部は外注しており、大きく「内作」、「外注」のどちらかに分類される。これまでは予め決められたサイズで振り分け「外注」へ依頼し、残りのサイズは全て「内作」としてきた。

この方式では、船種や線表による物量の増減を吸収できない場合があり、外注物量は常に増減する事となる。そのため、事前の物量把握と生産量調整が必要となり、物量調整が日常的に行われている現状を改善する必要がある。

今回導入した形鋼印字切断ロボットでは、形鋼全体の可視化を行うと共に、「内作」、「外注」の適切な物量確保を目的とした物量シミュレーションシステムを合わせて構築する事とした。

4. 1. 2 物量シミュレーション機能

システムの要件として形鋼印字切断ロボットでの生産を優先し「内作」、「外注」への振り分けがバランス良くできることを最大限に考慮した。また、イレギュラーにも対応できるシステムを目指し、自動振分・手動による確定の2段階で物量調整を行えるよう配慮した。

(1)加工先物量振分マスタ設定

加工先毎にミニマム物量 (MIN 本数) とマキシマム物量 (MAX 本数) を能力値の閾値として設定し、処理可能な範囲で自動振分を行う。(第1表)

第1表 加工先別物量マスタ

	加工先コード	単位	加工先名	MIN本数	MAX本数
1	001	週	形鋼ロボット	800	1000
2	002	週	手切断	0	2000
3	003	週	外注A社	500	600
4	004	週	外注B社	500	600

(2)加工先物量振分確定機能

元々物量が一定でないため、自動振分では加工先毎の標準化が不十分であり、「内作」、「外注」への適正な振分を手動で調整が行えるような仕組みとした。

これらの機能により、形鋼全体の可視化、形鋼印字切断ロボット及び「内作」、「外注」の適切な物量把握及び適正な振分、イレギュラーケースへの対応が可能になった。

4. 2 材料搬入システム

4. 2. 1 材料搬入システム構築の経緯

前項の通り、形鋼印字切断ロボットは物量シミュレーションで決定した本数を投入するが、搬入される材料の順序は出庫棟のハンドリング次第となり直前まで把握できない。しかしながら、出庫棟で投入する順序を事前に決定するには出庫棟側のハンドリングが膨大となり不可能である事は容易に想像できた。そのため、出庫棟から形鋼印字切断ロボットへ材料搬出する際にデータの伝達を行うシステムが必要と判断し、材料搬入システムを構築する事となった。

4. 2. 2 タブレットの活用

出庫棟から搬出する材料を形鋼印字切断ラインへ伝達する手段として Windows タブレットを選択した。材料搬出時に素材を確認しながら選択と同時に印字・切断の順番まで一貫した自動化を図った。また、その機器の選定においては出庫現場での使用にも耐えうる PANASONIC 製のタフパッドを採用し、出庫棟には新たに無線 LAN の設置を行った。

4. 2. 3 ソフト構築

タブレットで入力したデータはNC制御室(DNC室)の切断機データサーバへ格納され、形鋼印字切断装置は格納されたデータを読み込み指示順番通りの切断を行う。(第2図)



第2図 データの流れ

今回、タブレット用ソフトの開発にあたり下記2点を念頭に入れた画面設計を行った。

- ①操作性 (指より大きく、簡単操作)
- ②視覚性 (文字を大きく、暗くても見易く)

特に使用頻度の高いものはボタン化し、一覧情報は最低限の情報が確認できるレイアウトとなるよう調整を行った。(第3図)



第3図 材料搬入システム画面 (タブレット)

5. 設備概要

これまでに述べた検討内容を踏まえ、導入した設備の概要を以下に記述する。設備全景を写真2に示す。

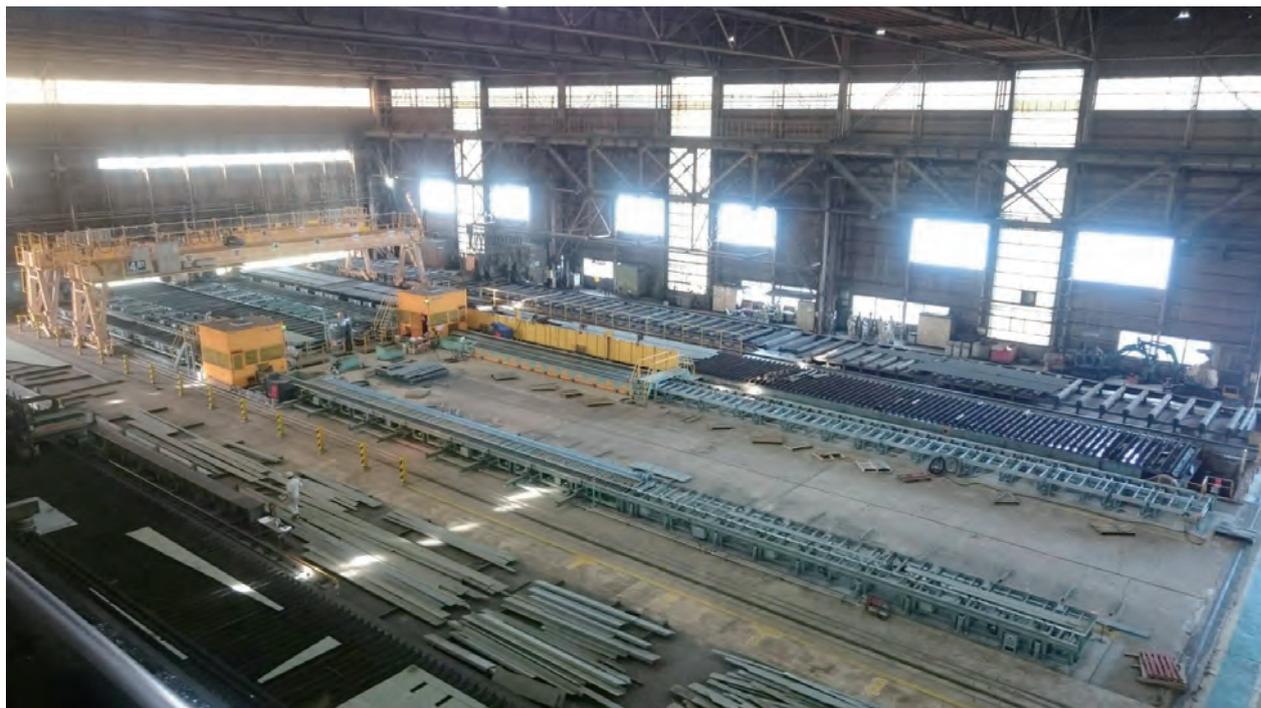


写真2 設備全景

5. 1 素材投入口（出庫棟）

まず出庫棟にて加工日指定でストックされた素材をコンベアに移載する。その際素材サイズとマッチングするものをタブレットにて選択する事で今から流す素材情報と並び順が制御盤へ送信される。ストックする際に荷崩れ防止やスペースの問題から素材の置き方に一定の制約があるが、出庫棟側から流す順序を制御出来るため山の上の素材から選択すれば良く、素材の「はぐり」無しでスムーズな搬入が可能となっている。

タブレットで選択する際には同時に消込も行えるため重複切断や切断漏れを防止する事が出来る。出庫棟でタブレットを操作する様子を写真3に示す。



写真3 タブレットによる素材選択

5. 2 受入コンベア，待機コンベア

形鋼印字切断ロボット側からの要求により出庫棟からトラバーサを経て受け入れA,Bライン共通の受入コンベアへ自動搬入される。搬入された時点で載っている素材の切断時間が計算されA,Bラインが効率的となる様、待機コンベアの在庫状況を見て完了側に優先的に配置する等、効率的な自動振分を行う。この間切断機側オペレータは一切操作する必要はない。出庫棟側から見た受入コンベア，待機コンベアを写真4に示す。



写真4 受入コンベアと待機コンベア

5. 3 印字装置

6 軸ロボットとインクジェットプリンタを各ラインに 1 台設置している。待機コンベアより自動で送り込まれた素材は測長を行い現物と照合後に印字・マーキングをする。素材サイズにより文字やラインが重ならないよう大きさや位置が自動調整される。ここでは部材に必要な印字以外に残材番号や二次加工の有無がわかる表現もしており、帳票確認を最小限としている。印字装置を写真5に示す。



写真5 印字装置

5. 4 切断ロボット

6 軸ロボット+260A プラズマ切断であり垂直の切断面を残したY開先など大半の形状と面取り切断が可能な仕様となっている。切断ロボットと切断エリアを集塵ブースで囲う事でアーク、ヒュームが周辺に漏れることを防止している。稼働率を上げるための共有切断も採用し、センシングや切断長の短縮を図っている。また、端材を溜めるスクラップも規定量を超えないようにセンサーで制御している。切断ロボットを写真6に示す。



写真6 切断ロボット

5. 5 短尺ライン

形鋼印字切断ロボットラインで処理される部材の多くは大半が 5m以内の長さであり、部材の滞留で機械が止まることのないようにストックエリア及び作業場所の移動が可能なスラットコンベアを設けることとした。

1 列目が切断ライン、2 列目がストックエリア、3 列目が仕上げエリアとなっている。

2 列目は1m ピッチで部材積載状況がセンサーでモニタリングされ、切断された部材は自動的に2 列目の空きスペースに送られる。3 列目の仕上げエリアはスラットコンベアになっており、ここでグラインダ作業が完了した部材をクレーンにて中央部の部材置場に集約する。短尺ラインを写真7に示す。



写真7 短尺ライン

5. 6 長尺ライン

5m 以上の部材は自動的に長尺ラインへ搬送される。このエリアもセンサーで部材積載状況を認識し、次に流れてくる部材長と合わせ長手方向に収まる場合はそのまま直線に並べる。長手方向をオーバーする場合は先にある部材を横に押し込み長手方向のスペースを確保する。この仕組みにより長尺ラインの長手、幅方向共に最大限ストックエリアとして活用出来ることになり、一括して降ろす事でハンドリング回数を最小限に抑えている。このラインではクレーン作業を集中的にできるように配慮した。

5. 7 クレーン

4.8t クレーンを2 基設置した。自動化ラインはもちろん手切コンベアでも使用可能で二次加工場への移動や送り先毎の部材整理等、両ライン間の移動に使用する。また 2 基連動による長尺部材の合吊りも可能とした。クレーンを写真8に示す。



写真8 クレーン

5. 8 その他

自動化ラインにおいてはトラブル発生時も各機器が制御できるような機構としている。また、問題発生時には中央の制御盤近くに音声でアナウンスができ、わかり易い制御盤への表示とタイムリーな対応ができるように配慮した。

6. 現状と今後の課題

2017年8月現在、自動切断ライン単体で平均150本/日を生産しており、手切断分も含めると以前より少ない人員数で従来比70%の増産を達成している。段階的に内作率を増やしており2017年10月以降は目標設定にて述べた1社を除き全て本ラインで加工する予定としている。また誤作がなくなり再取り等の後戻り作業も解消する事が出来た。

一方で、細かな装置トラブルによるライン停止が生産に影響を与えており、この課題の解消が最優先事項となっている。また更なる生産性の向上、ロボット切断範囲の拡大のための検証・改善や、ラインに最適な人員配置を模索していく。

また、タブレットを活かした改善として罫書表を閲覧出来るようシステム開発を進めている。フランジ面の特殊開先などロボットで印字、切断共に出来ない部分は罫書表を見て作業をする必要があるが、これをタブレット閲覧とする事でペーパーレス化はもちろん、プリントから受取までの時間的ロスも解消する事が出来る。これは新船型が続く事による設計負荷増で罫書表出図遅れが懸念される中大きなメリットになると考えている。

7. 結言

今回の形鋼印字切断ロボットの導入は生産の仕組みそのものを大きく変えるものであり、現場運用はもちろん上位のシステムから抜本的に変更する事となった。だからこそ

導入過程で初めて問題として認識出来た事もあり、また以前から認識しつつも様々な制約で出来なかった事も合わせて改善する事が出来た。

現在自動ラインが設置されている場所は形鋼残材置き場として使用されていた場所であり、文字通り山のように残材が置いてあった(写真9)。その中から指定された残材を探しクレーンで「はぐり」出すという作業を日常的に行っていたが、それが大きな負担となっており、問題として認識していたもののスクラップ率等の問題から改善出来ずにいた。

今回設置場所を確保するにあたり設計部門の協力を得て残材の棚卸を実施し、その多くを削減した。非常に手間のかかる作業ではあったが結果として今回の自動切断ラインの設置に加えて、残材の置き場面積を大幅に圧縮しロスのない運用が可能となった。

この件は「はぐり」という非生産的な作業のみを行っていた場所が、一転して生産場所となったという点で大きな意味がある。同様の視点で工場内を見渡せば他にも改善の糸口が見えてくるのではないだろうか。



写真9 旧残材置場

謝辞

最後に、休日返上で弊社要求に対応頂いた大新技研株式会社殿、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、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。