

# (TSUNEISHI HEAVY INDUSTRIES (CEBU), Inc. (フィリピン)) 研修報告書 (ブロック製造工程における簡易溶接台車の使用率の調査)

先進理工系科学研究科 輸送・環境システムプログラム 中村 颯太

## 1. はじめに

近年、日本の製造業は、人件費の削減や為替の変動リスクの軽減、市場の拡大を理由に海外への進出を行っている。しかし、海外の環境は文化や国民性が日本とは異なるため、国内生産と同じ品質や同じ製造スピードを保つのは難しいとされる。そのためその国に適した生産システムが求められる。

今回派遣させていただいた TUNEISHI HEAVY INDUSTRIES (CEBU) Inc. (以下 THI) は、フィリピンのセブ島に進出した造船会社である。造船業は、個別受注制で船の仕様が様々なことや、曲げ加工などの熟練した手作業が必要なこと、製造物が巨大であることから、製造工程を機械化・自動化が難しく、海外進出ができないといわれていた産業である。この業界で海外進出に成功したのが常石造船である。

私は難しい分野で海外進出を成功させた THI で研修することにより、技術移転に必要な要素を学ぶとともに、海外で技術者として活躍するために必要なことを学びたいと考えて、このプログラムに参加した。

## 2. 研修先の概要

会社名： TSUNEISHI HEAVY INDUSTRIES (CEBU), Inc.

所在地： フィリピン、セブ島、バランバン

敷地面積：1,470,000 m<sup>2</sup>

設立： 1994年9月

事業内容：船舶の建造、修繕

従業員数：785人（協力会社従業員約6,797人）



図1 THI 外観

## 3. 研修スケジュール

|            |               |
|------------|---------------|
| 8月23日      | 出国（成田空港→セブ空港） |
| 8月24日      | 安全講習・切断溶接実習   |
| 8月25日～9月1日 | 各部署にて研修       |
| 9月4日       | 現地中間発表        |
| 9月5～12日    | 研修テーマに関する調査   |
| 9月13日      | 現地最終報告        |
| 9月14日      | 帰国            |

## 4. 研修課題の決定

各部署での研修中に遅れている部署を聞いたところ、「ブロック組み立て」と答える人が多かったため、私は「ブロック組み立て」に着目することにした。「ブロック組み立て」工場では、主に3つの工程を行う。1つは鉄工という部品を組み立てて仮止めを行う工程で、2つ目に溶接で本止めをする工程で、3つ目に表面仕上げを行う。

1種類のブロックについて各工程にかかる時間を調査し、どの工程に時間がかかり、計画から遅れているのかを考える。過去21ブロックにかかった時間を平均すると、鉄工が116時間、溶接が151時間、表面仕上げが91時間となっていた。

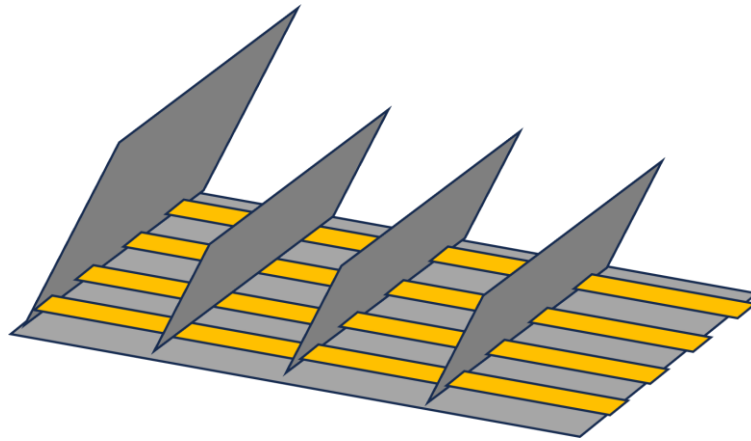


図2 データ収集した部品の簡略図

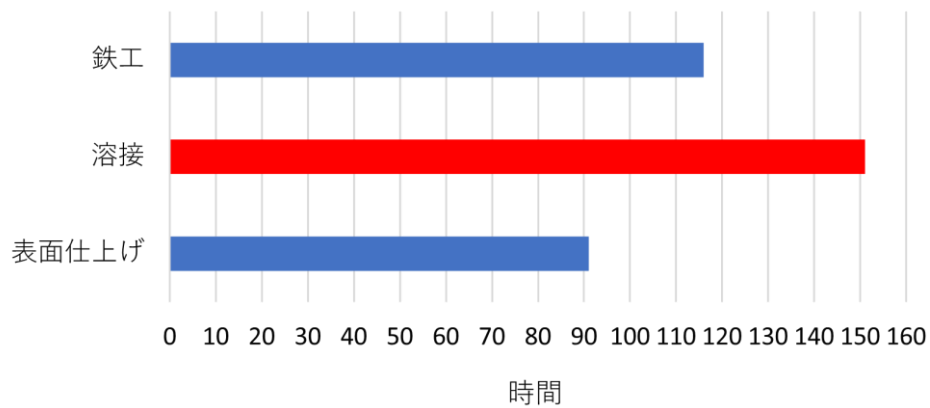


図3 各工程にかかる平均時間

ここで溶接に最も時間がかかることが分かる。

また、鉄工の計画時間は152時間であり、時間内に収まる傾向があるが、溶接と表面仕上げを合わせた計画時間は216時間で26時間も超えてしまう傾向があることが分かった。

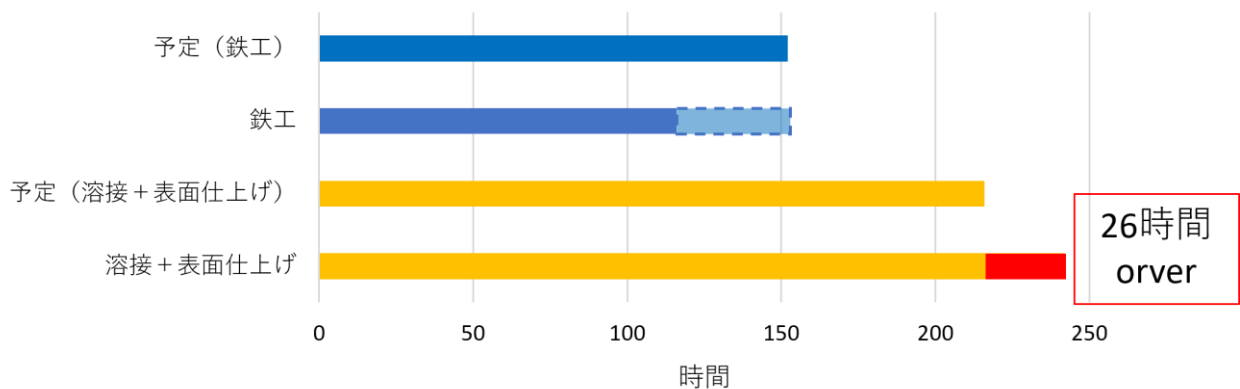


図4 各工程の平均時間と予定との比較

よって、計画時間から遅れており、最も時間がかかる工程である溶接の効率を上げることが「ブロック組み立て」部門の効率を上げることに重要だと考えた。

溶接の効率を上げる方法には自動溶接台車の利用というものがある。

これは手に持つ溶接機を台車に取り付けて自動で動かす装置である。

手動でやると、休憩をはさみながらやるため、時間がかかり、溶接部分にも繋ぎ目ができてしまうが、自動では一度に溶接することができるため、高速でかつ繋ぎ目のない溶接が可能となる。また綺麗な溶接をするためには一定の速度で動かす必要があるが、手動で行うのは非常に難しい。一方で、自動台車は一定の速度で動かせるため綺麗な溶接が可能になる。以上のように手動での溶接は時間がかかり、品質は技師のスキルに依存してしまうが、自動台車を用いれば、高速で高品質を保つことができる。ただし適応できるのは直線の溶接だけである。



図5 自動溶接台車

よって自動溶接機台車を効率よく利用することが溶接全体の効率を上げるごとに重要だと考えられる。しかし、工場内には、使われていない台車が放置されていることが見受けられた。よって今回の課題は、工場内の自動溶接台車の使用状況を調査し、問題を発見し、それに対する解決策を提案することに決定する。

## 5. 研修の内容

### 5.1 自動溶接台車の利用状況の調査

今回データを集めたブロックが組み立てられているJ1工場の自動溶接台車の利用状況の調査を行ったところ、6台の台車があり、1台は使われていたが、2台は操作する人がいないため使われておらず、3台は適応できる溶接部がないため使われていなかった。自動溶接台車を最大限に利用するには、操作する人が足りないことと自動溶接台車が適応できる溶接部が少ないという2つの問題を改善しなくてはならない。

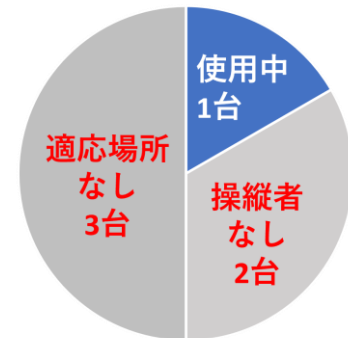


図6 自動溶接台車の使用状況

### 5.2 改善案の提示と短縮時間の計算①

#### 5.2.1 改善策①

適応ブロックが少ないという問題に対しては、自動溶接の適応場所の拡大を提案する。また、その拡大した距離と自動と手動の溶接速度から何時間短縮できるかの計算を行う。現在は以下の白い線の部分に自動溶接が適応されている。

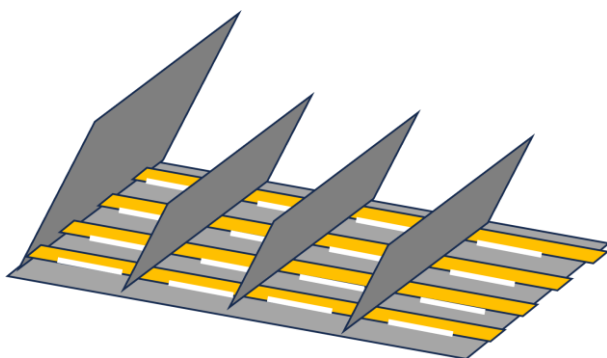


図7 自動溶接を適応済の箇所

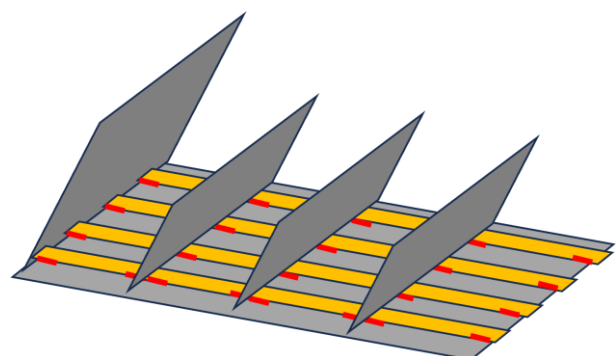


図8 余分な溶接残し量

しかし、機械の溶接残し量がスタートとエンドともに約 100mm に対し、実際の作業では、200mm

～700mm を残していたため、上の赤い線の部分にさらに自動溶接が適応できると考えられる。赤い線の部分の合計距離は以下のように計測した。

### 5.2.2 計測方法

エリアを4つに分ける

① の実際の溶接残し用  $b_i$  を計測する

実際の溶接残し量から機械の溶接残し量を引き、追加で自動溶接が可能な距離  $B_i$  を求める。

$$B_i (= b_i - 0.11)$$

・①のエリアの  $B_i$  をすべて足し合わせる

$$\sum_{i=1}^{28} B_i = 8.02 \text{ [m]}$$

溶接残し量は①～④のエリアで同程度とし4倍する

$$4 \times \sum_{i=1}^{28} B_i = 32.08 \text{ [m]}$$

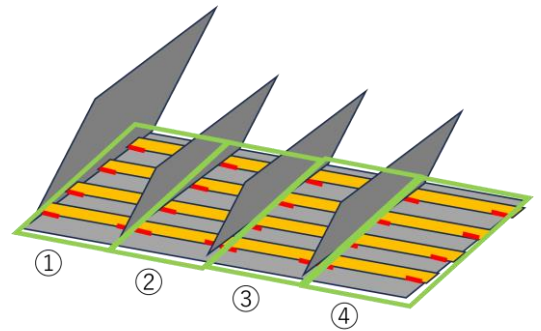


図9 エリア分け

よって追加で自動溶接が可能な距離は 32.08m と計算できた。

次に下の図10の黄色い線の部分に自動溶接が適応できると提案する。この部分は下の図11のように板を斜めに接続しており、鋭角のほうは台車が入れないため適応できないが、鈍角のほうは可能であることが分かった。

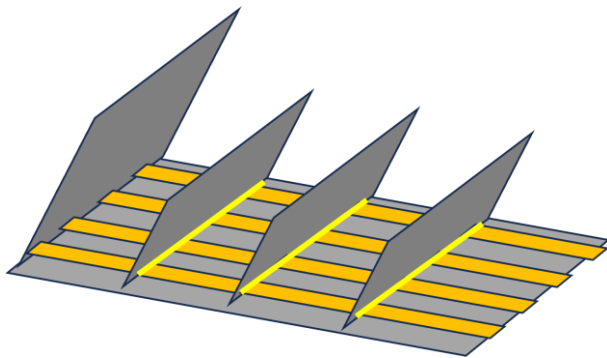


図10 自動溶接が適応できる箇所

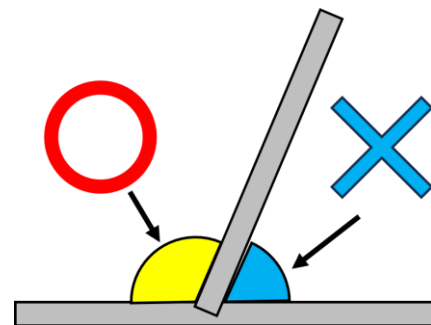


図11 鈍角は可能

計測すると黄色の部分の合計距離は 7.56m であった。

よって赤と黄色の自動溶接台車が追加で適応できる合計距離は、39.64m であり、この距離に自動溶接が適応できるとどれだけ時間が短縮できるかを計算する。そのために次は自動と手動の溶接速度を計測する。

### 5.2.3 溶接速度の調査

#### 自動溶接台車

2.75m の直線で自動溶接台車を走らせて、その時の時間を計測した。かかった時間は 0.2 時間だったため、溶接速度は 11.25m/h となる。

---

## 手動溶接

手動で溶接している作業員が 1.75 時間で、溶接した距離を計測した。距離は 2.31m だったため、溶接速度は 1.31m/h となる。

### 5.2.4 短縮時間の計算

新たに自動溶接が適応できる距離が 39.64m であり、この距離を手動で溶接した場合にかかる時間は、上で求めた手動の溶接速度 1.31m/h を用いると、 $39.64 \div 1.31 = 30$  [時間] となる。同じ距離に自動溶接を適応すると、 $39.64 \div 11.25 = 3.5$  [時間] となる。よって自動溶接の適応範囲を拡大することにより、溶接時間を 26.5 時間短縮できると計算できた。

## 5.3 改善案の提示と短縮時間の計算②

### 5.3.1 改善策②

操縦者がいないため、自動溶接台車が余っているという問題に対しては、従来は 1 人が 1 台の自動溶接台車を操作していたものを 1 人で 2 台を操作するというを提案した。こうすることで、余った自動溶接台車を利用することができ、加えて効率を 2 倍にすることが可能となる。

次に 1 人で 2 台を操縦することが可能を調査するために、工場内の作業員に 2 台を操縦するように依頼をすると、下の写真のように可能であることが分かった。

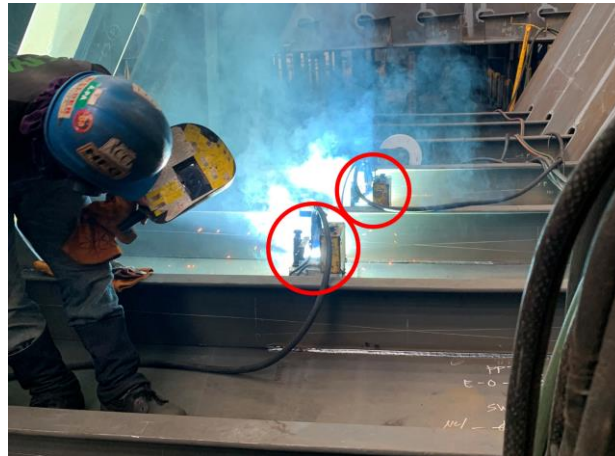


図 12 1 人で 2 台操縦する様子

### 5.3.2 短縮時間の計算

既に自動溶接が適応されている図の白い線の部分の距離は 88.2m であり、追加で自動溶接が可能な距離は 39.64m であるので、合計で 127.8m である。この距離を自動溶接台車 1 台で溶接した場合、 $127.8 \div 11.25 = 11.4$  [時間] かかる。同時に 2 台操縦すると、効率が 2 倍になると考えて  $127.8 \div 22.5 = 5.68$  [時間] かかる。よって 1 人で同時に 2 台操縦することによって、5.68 時間短縮できると計算できた。

## 5.4 短縮時間の評価

改善案①で 26.5 時間の短縮、改善案②で 5.7 時間の短縮が可能であり、この二つの案を組み合わせることで 32.2 時間の短縮ができると計算できる。今回のブロックの過去 21 個の平均的な溶接時間の予定からの遅れは 26 時間であったため、これら改善案は概ね満足がいくものではないかと思われる。

## 6. まとめ

本研修では、工場見学を通じて研修テーマを自ら決定し、調査を行い、問題点の発見や改善案の提案をし、現地の従業員の方に発表するという貴重な経験をさせていただいた。テーマの決定

---



---

や調査は3週間では短いと感じたが、現地の社員さんの協力やともに研修を行った佐藤君のおかげで無事に最終発表を終えられた。ここではアドバイスをいただいたり、切磋琢磨できるように、コミュニケーション能力が非常に重要だと感じた。また、工場見学とは異なり、積極的に調査したい内容を伝えたり、早めに予定を立てなければ、調査が進まないため、そういった基礎的な能力が非常に重要であると実感した。

英語については、初めは聞き取りが難しいと感じていたが、専門用語を知ったり、現地の発音に慣れたりすることで、少しずつ聞き取りができるようになった。現地の方は優しく、自分の拙い英語を聞いてくださるのでとても話しやすかった。海外渡航が初めてで不安があったが、この経験で海外での生活に少し慣れることができ、自信を持てるようになったと思う。

休日は様々な観光地に連れて行っていただき、非常に充実した3週間を過ごした。最後の休日はTHIが寄付して建てた病院や学校、マーケット、街灯などを見学させていただいた。どの施設も非常に重要な役割を果たしており、THIが地域の発展にどれほど貢献しているかを知ることができた。はじめに述べた海外進出で必要なこととは、地域に寄り添い、ともに発展していく姿勢なのではないかと感じた。

## 7. 謝辞

本研修を行うにあたり、多くの方々にご支援、ご協力をいただきました。研修の手配や国内工場見学を実施していただいた小林様、岡田様に厚く感謝申し上げます。現地研修における準備および研修中の親身なご支援、ご指導を受け賜りました海崎様、川崎様、バージ様、内野様、デクスター様をはじめとするTHIの社員の皆様に心より感謝致します。また、山元先生をはじめとするECBO実行委員の先生方、担当教員として事前準備や現地でのご指導でお世話になりました佐野先生、是國様をはじめとするプログラムをご支援くださいました工学研究科支援室国際事業の皆様に深く感謝申し上げます。最後にともに研修に励んだ佐藤君に感謝の意を表し、謝辞とさせていただきます。

---