
TSUNEISHI HEAVY INDUSTRIES (CEBU), Inc. (フィリピン) 研修報告書

ブロック製造過程におけるジグの正確性の調査

工学研究科 機械システム工学専攻 西岡 卓哉

1. はじめに

近年、多くの日本企業が日本よりも人件費が安いことや為替の変動を受けにくくなることなどの理由から、アジアを中心とした海外に生産拠点として工場を建設し技術移転を進めている。

派遣先企業である TSUNEISHI HEAVY INDUSTRIES (CEBU), Inc. (以下 THI) は 1994 年 9 月に常石造船がフィリピンへ技術移転して建てた造船所である。造船業は溶接や鋳鉄といった、マニュアル化できない暗黙知を伴う作業が多く自動化が難しい。そのためこれまで多くの企業が海外への技術移転に失敗してきた中、THI は数少ない海外移転の成功企業として挙げられる。その理由としては日本から短期間に多くの指導員をフィリピンに派遣し、同型船の連続建造を行うことで知識やノウハウの定着ができたためである。

2. 研修先の概要

会社名 : TSUNEISHI HEAVY INDUSTRIES (CEBU), Inc.
事業内容 : 新造船の建造, 修繕
所在地 : フィリピン セブ島 バランバン
従業員数 : 770 人 (2013 年現在)
設立年月 : 1994 年 9 月

3. 研修スケジュール

8 月 3 日 : 派遣前工場見学(常石工場)
8 月 26 日 : フィリピン到着
8 月 27 日 : 安全講習、工場案内
8 月 28~29 日 : ガス切断、溶接実習
9 月 1~8 日 : 工場見学
9 月 10~18 日 : テーマ決定、データ収集
9 月 23 日 : 最終発表
9 月 24 日 : 帰国

4. 研修テーマの決定

前半の 2 週間で各部署を回りテーマを担当部署のスタッフと相談し決定した。私のテーマは「ブロック製造過程におけるジグの正確性の調査」とした。ブロック製造部署ではブロックを作る前段階としてジグを設置する。このジグの目的はプレートを支えブロック製造の作業を容易にするためだが、不均一なプレートの支持になるとプレートの自重や製造過程においてひずみが生じ、変形へつながりやすくなる。そこで私は実際の現場で設置されているプレートをいかに正確にジグで支えることができているのかを調査することとした。



Fig. 1 ジグに支えられているプレートの様子(左)と現場にあるジグ(右)

5. 研修内容

5. 1 安全講習, 工場見学

始めの2週間で安全講習や実際に溶接やガス切断の体験, 工場見学を行った. 各工程の工場見学を通して調査するポイントを考え, テーマの決定をした.

5. 2 調査対象

調査対象としてファクトリー1の3つの曲がったプレートと3つの平らなプレートを選んだ. ジグの正確性を調べるために乗せられた直後のものが理想だったが, 時間の関係と安全を考慮して調べられるものを3つずつ選択した.

5. 3 調査方法

選んだそれぞれのプレートをジグが支持できているかを調べ, 支持できていない場合どれだけの誤差が生じているかを調べた. また下記の道具を用いて調査を行った.



Scale

Steel tape

Fig. 2 調査に用いた道具

5. 4 調査結果

①ジグの正確性の調査

図3~6に今回調査した平らなプレートの写真と結果についてとその総計のグラフを, 図7~10に曲がったプレートをそれぞれ示す. 調査結果の後に示す英数字はブロック名である.

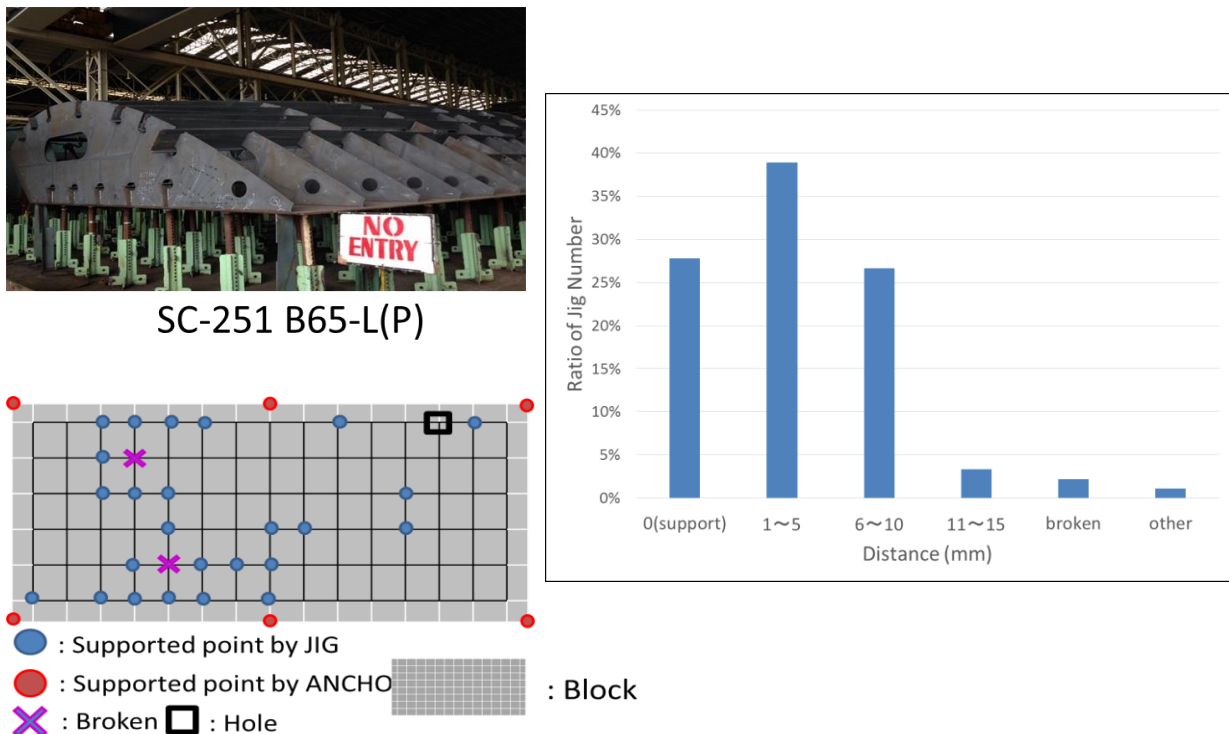
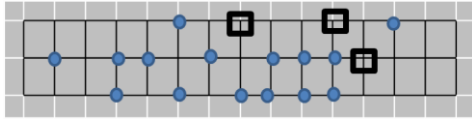


Fig. 3 調査結果 SC-251 B65-L(P)



SC-247 FP5-T(P/5)



● : Supported point by JIG

□ : not use

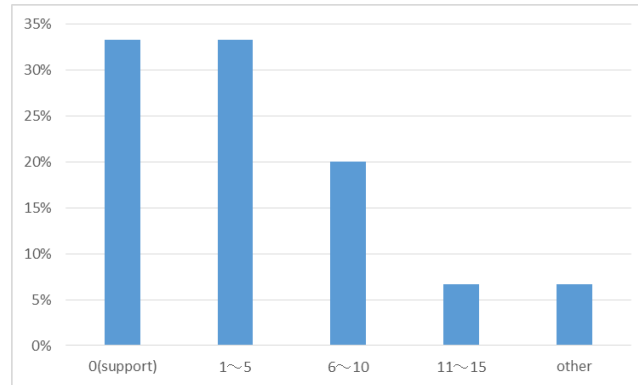
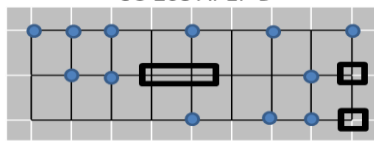


Fig. 4 調査結果 SC-247 FP5-T(P/5)



SC-268 AP1F-D



● : Supported point by JIG

□ : not use and hole

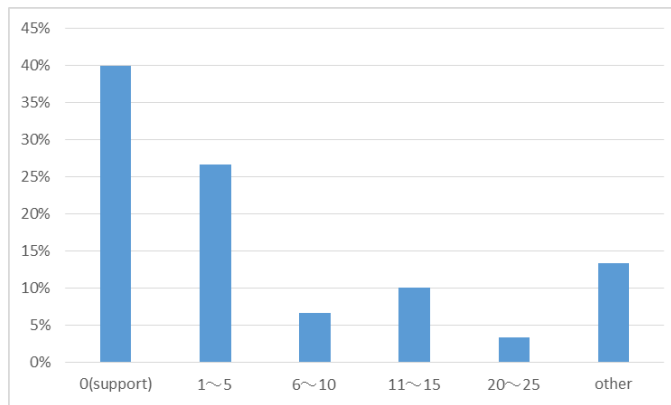


Fig. 5 調査結果 SC-268 AP1F-D

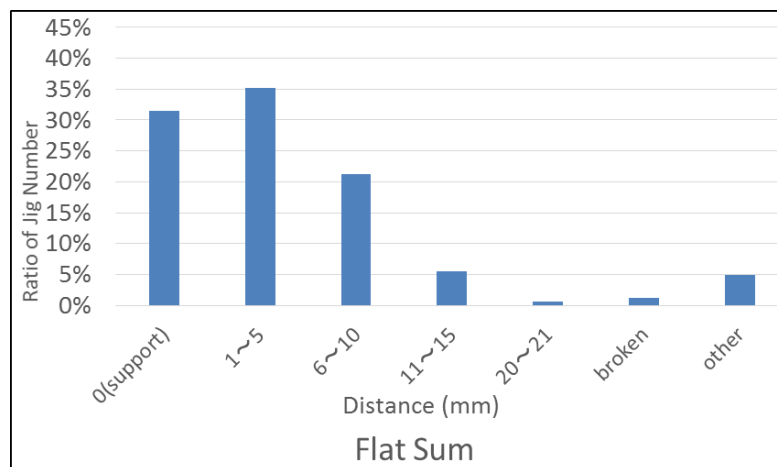
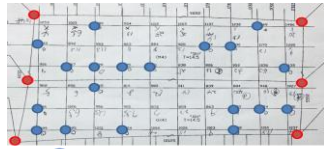


Fig. 6 平らなプレートの総計



● : Supported point by JIG
 ● : Supported point by ANCHOR

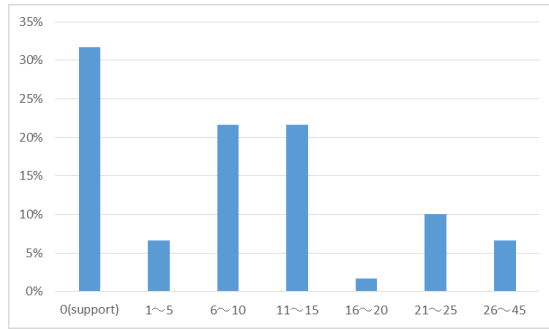


Fig. 7 調査結果 SC-268 202-E(P)

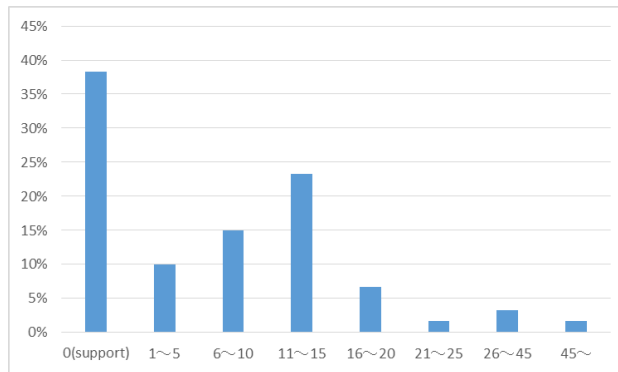
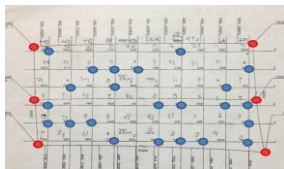


Fig. 8 調査結果 SC-268 202-E(S)



● : Supported point by JIG
 □ : Not use

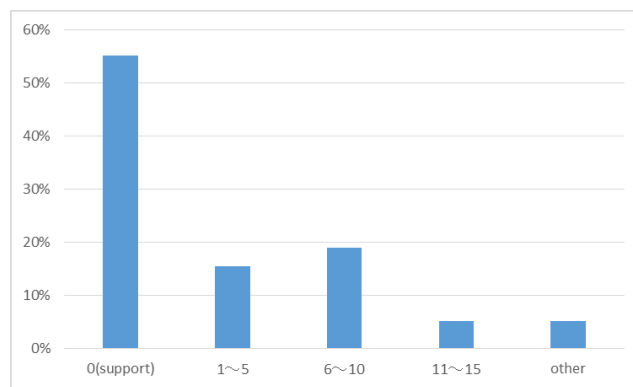


Fig. 9 調査結果 SC-251 AP3-E(P)

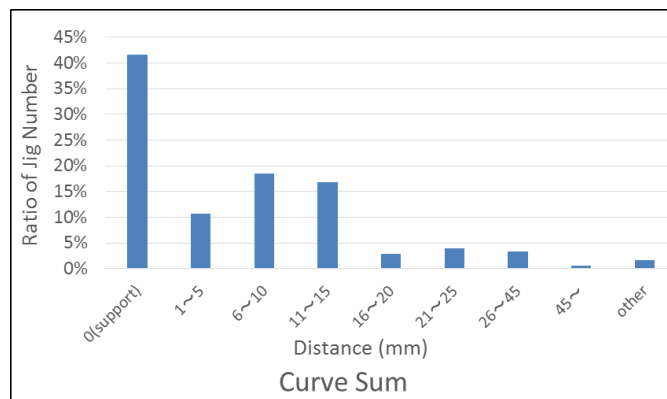


Fig. 10 曲がったプレート総計

図3~6の平らなブロックについて見ると、概ね1~10mmという小さな誤差であるのに対して、図7~10の曲がったプレートは大きな誤差から小さな誤差まで幅広い値をとっていることがわかる。これは平らなプレートが全て同じジグの高さ(1m)でそろえるのに対して、曲がったプレートはプレートの曲がり具合を考慮して高さを事前に決めている。つまり曲がったプレートはそのひずみや加工の誤差などによる影響を受けて誤差が生じやすくなるのでこのような結果になったと考えられる。

またジグがプレートを支持できている割合はどちらのプレートも半分未満と小さく、このブロック製造過程でプレートの自重でひずみが生じ変形が生じていることが考えられる。この結果から、私はその原因としてジグのスタンドに問題があると考えその調査も続けて行った。

②ジグスタンド調査

図11にジグの写真を示す。図に示すジグスタンドのマークされた部分を基準として高さを測定するためこの正確性が重要となる。そこでトランシットを使用してスタンドの正確性を調査した。

図13と表1に調査結果を示す。グラフはトランシットの高さを基準の0として、その高さに対する増減を示している。調査したジグは派遣期間中に使われていなかった計110のジグで、LineとJig Positionの定義はC1ファクトリーの図12のような位置にあるジグとした。

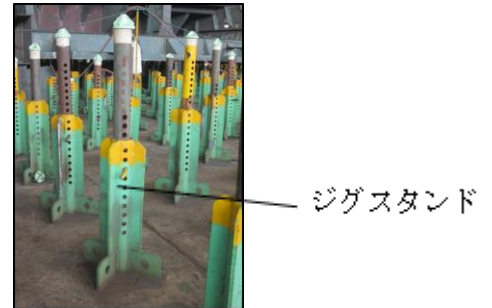


Fig. 11 実際のジグ

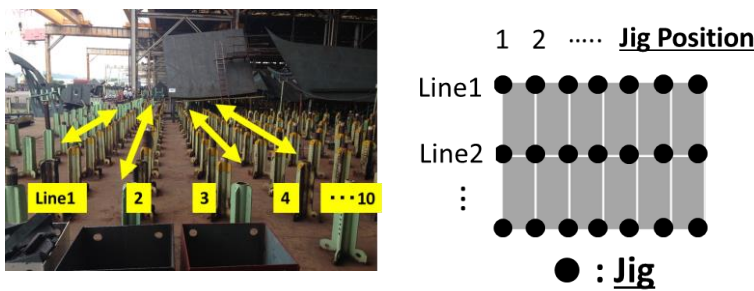


Fig. 12 ジグの配置の定義

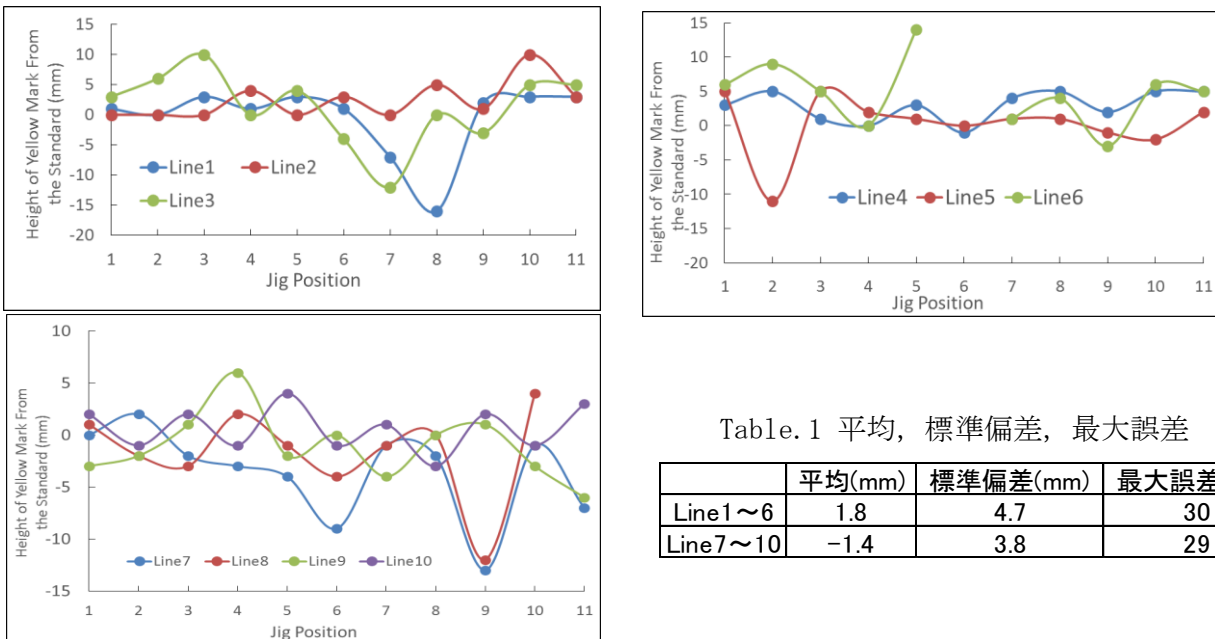


Table.1 平均, 標準偏差, 最大誤差

	平均(mm)	標準偏差(mm)	最大誤差(mm)
Line1~6	1.8	4.7	30
Line7~10	-1.4	3.8	29

Fig. 13 ジグスタンド調査結果

上記の結果からスタンドの誤差は最大で約 30mm 近くまでに及び、標準偏差を見ると平均して約 5mm 程度の誤差が生じていることがわかる。このためスタンドの高さの調整によってより正確なジグの設置が可能だと考えられる。

6. まとめ

得られた結果を表 2, 3 に示す。

Table. 2 ジグの調査結果

	Flat	Curve
支持割合	およそ30%	およそ40%
誤差	小さな誤差 (1~10mm 程度)	大きな誤差を 持つものもある

Table. 3 スタンド調査結果

	標準偏差	誤差
Max	4.7mm	30mm

以上の結果よりジグのプレートの支持の現状と、その原因の一つと考えられるスタンドの調整が必要だということがわかる。

今回の結果は現状把握であり、実際にこの支持割合や誤差がどの程度プレートに影響を与えているのかといった評価の部分が明確に出来なかった。具体的には、この調査の結果をもとにどの程度プレートにひずみが生じていて、どのくらいの支持割合が必要か、ジグの支持ポイントが偏りすぎていないかなどを調べることが出来ればもっと有用な考察ができたはずでその点は残念に思う。

7. 謝辞

本研修を行うにあたり、受け入れていただいた THI の三島様、檀上様、木下様、海崎様、バージ様、ローズ様をはじめとする現地スタッフの皆様、常石造船の宮下様に感謝申し上げます。研修中のご指導のみならず、海外経験の少ない私たちに生活面でも様々なご支援をいただき一か月と短い期間でしたが、充実した日々となりました。心より感謝申し上げます。

またこの ECBO プログラムを企画・運営していただいた高品先生をはじめとする ECBO 実行委員の先生方、事務的な支援をいただいた国際事業担当の藤原様や工学研究科事務の皆様に感謝申し上げます。最後に THI で研修を共にし、互いに励ましあって頑張ってきた池口君に感謝の意を表しまして謝辞とさせていただきます。