

---

# TSUNEISHI HEAVY INDUSTRIES (CEBU), Inc. 研修報告書

## ブロック建造におけるアライメントの精度調査

工学研究科 輸送・環境システム専攻 小頭康孝

### 1. はじめに

近年、多くの日本企業がアジアを中心とした海外へ工場を建て技術移転している。その理由として、現地の低い人件費によって製造コストを抑えることができ、また為替の変動による影響を受けにくくなることなどが挙げられる。

派遣先である TSUNEISHI HEAVY INDUSTRIES, 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。造船業は溶接や堯鉄といった作業者の経験に依る作業が多く、自動化が難しい産業である。また、船は一隻ずつ受注し建造され、船主の要望によって仕様がそれぞれ異なるため、自動車の様に量産することが難しい。このような理由から、造船業は海外への技術移転が困難な産業であると言われている。

私は今回の研修を通じて、技術移転が困難な造船業の海外の生産現場を知りたいと考えた。また海外での就労経験を積むことで、海外で働くやりがいを見つけないかと考え、この ECBO 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.

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 (協力会社従業員 約 10,000 人) 2013 年現在

主要設備 : No.1 船台	200×34(m)	No.1 修繕ドック	128×23.3(m)
No.2 船台	250×41(m)	No.2 修繕ドック	139.5×24.5(m)
ドック	450×60×11.5(m)		



Fig. 1 THIの全景

---

### 3. 研修スケジュール

8月26日	出国（関西空港～マニラ～セブ）
8月27日	安全講習・工場見学
8月28～29日	ガス切断・溶接実習
8月30～9月6日	各部署での研修・テーマの絞込み
9月7～22日	各自のテーマについて調査
9月23日	最終報告会
9月24日	帰国（セブ～成田）

（土曜日と日曜日、フィリピンの祝日は休日）

前半の各部署での研修は半日ごとに一部署まわった。生産計画グループや塗装グループなど10を超える数の部署があり、現場で業務内容を見せていただいた。生産の順番どおりに見学の流れが組み立てられており、造船の工程についても理解しやすいようになっていた。この間、研修テーマとなりそうな調査対象を探した。研修の後半はテーマを決定し、研修生各自が工場内で調査を行い、発表で用いるデータを収集した。

休日はTHIの方にセブ島の観光名所や要塞などの史跡に連れて行っていただき、フィリピンの文化と歴史に触れた。

### 4. 研修テーマの決定

私は研修テーマを「ブロック建造におけるアライメントの精度調査」とした。前半二週間の研修の中で、小さなブロック同士を溶接でつなげて大きなブロックに組み立てる工程を見学した。この工程の作業のひとつとして、溶接する二つの小ブロックの鉄板同士を一定の間隔で揃えていく作業がある。これをアライメントと呼ぶ。

この作業の精度は、後の溶接の品質や強度に関係するため重要な作業であるといえる。Fig.2に示すように、この作業も現地ワーカーの手作業によって行われている。作業精度に問題があるなどといった事前情報などは無かったが、精度良く調整されているのかを検証してみることにした。また、後に行われる溶接よりも時間を要する作業であるようだった。生産計画への影響なども調べられるのではないかと考えこのテーマに決定した。

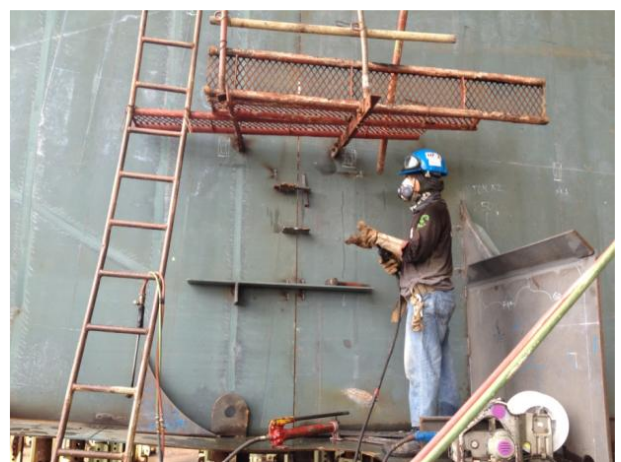


Fig. 2 アライメントの様子

ここでアライメント作業の概要について説明する。アライメントは溶接するブロックのレベル取りが終了した後に開始される。ハンマーで叩く、楔を入れる、ジャッキで押し付けるなどの方法で目違い量を調整し、Fig.3 に示す 20cm ほどの大きさのピースと、90cm ほどの大きさのあるストロングバットと呼ばれる部材を溶接して固定する。ブロック同士の隙間は、ガス切断で調整している。この作業がアライメントである。これらの作業が完了すると溶接が行われ、その後ピースとストロングバットは全て取り除かれる。

Fig. 4 にアライメント作業の作業規定を図示したものを示す。鉄板同士のずれである目違い量は 3mm 以下になるように調節し、鉄板同士の隙間は 3.5mm となるように調整することを目標としている。これらの規定は Tsuneishi Quality Standard (TQS) という JSQS (Japanese Shipbuilding Quality Standard) に基づく、常石造船及び THI 社内の作業規定の中で定められている。

今回は工場内のブロックにおいて、これらの規定値通りにアライメントされているのかを調査することとした。



Fig. 3 ピース(上)とストロングバット(下)

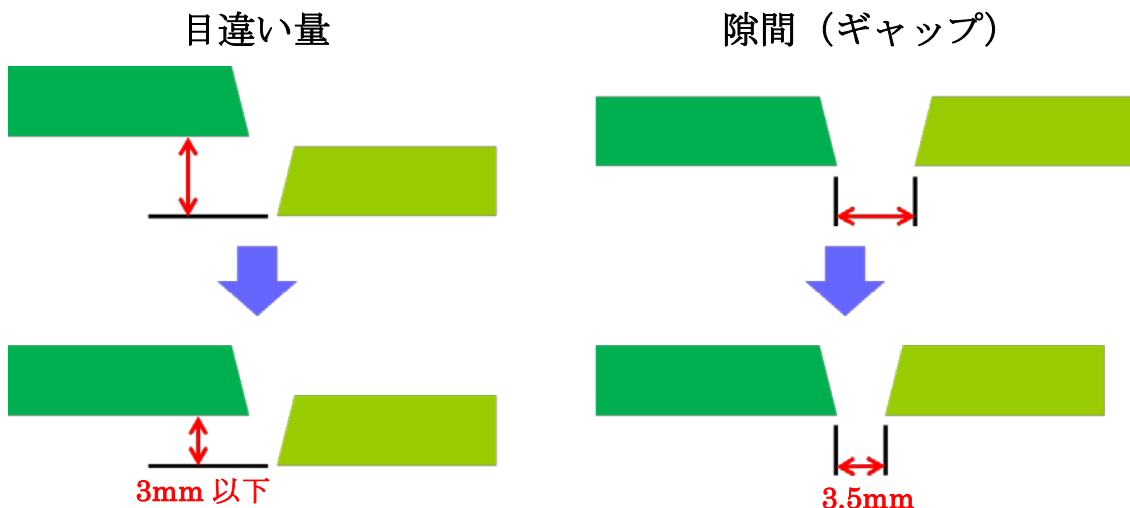


Fig. 4 アライメントの作業規定

## 5. 研修テーマに関する調査

### 5. 1 調査対象

THI の第一工場と第二工場にあるブロックを対象として調査を行った。船台上でのブロック組み立てにもアライメント作業はあるが、高所での調査となり危険を伴うと考えたため、工場建屋内にあるブロックを対象に絞ることとした。

また、Fig.5 左側の写真のように、船首と船尾のブロックは曲面があり、アライメント前は接合部分が大きくずれてしまっているとのことだった。そのため、調整が難しく、曲面になっている船殻部分のアライメントを中心に調査することとした。しかし実際には現場作業の関係で曲面になっているブロックが工場にない状態が長く続いた。そのため、Fig.5 右側に示すような、船殻側以外の接合部についても多く調査を行った。

2週間の調査期間で、Table.1に示す20個のブロックのアライメントを調査することができた。表にはブロックの名前とアライメントする長さを示す。



Fig. 5 調査したブロックの例

Block name	Length (mm)	Block name	Length(mm)
AP3	5850	BS5+6	21000
BS-1(P)	7300	2D1+2	6000
BS-1(S)	7300	BS5+6	30000
AP1	5300	FP-2(P+S)	7400
BS-4(P+S)	12400	FD1	3300
3D2-E(S)	12000	AP3	6000
2D2-E(S)	10400	2D1+2(S)	6000
BG3+4(S)	11000	BG8+9(P)	5900
AP2	3000	FP-2(P+S)	7400
UD1-E	2300	BS-9+10	21000

Table. 1 調査したブロック

## 5. 2 調査内容と調査方法

調査内容は以下の3つとした。

- ・アライメント後の目違い量と隙間の精度
- ・用いられたピースとストロングバットの数
- ・アライメントに要した時間

THI ではアライメントに用いるピースとストロングバットの数が国内工場よりも多いと言われており、また作業時間も長くなっているという説明を聞いたため、精度調査に加えこれらの2つについても調査を行うこととした。しかし、アライメントにかかる時間については、きっちりと作業時間を測定し比較検討できるまでのデータ収集が難しかった。

調査にはFig. 6に示す溶接ゲージとスケールを用いた。目違い量は溶接ゲージで計測し、隙間は三角形のスケールで計測した。これらは現地エンジニアの方に貸していただいた。なお、ブロックの接合部は10mを超える長さのものもあるため、計測は1m間隔で行った。計測をする際は、回りの作業状況を見て安全を確認しながら行った。足場を登り高い場所で計測することもあったので、安全帯を忘れずに使用することなどにも常に注意した。



Fig. 6 溶接ゲージ (左) とスケール (右)

## 5. 3 調査結果

Fig. 7 にアライメント後の目違い量の調査結果を示す。調査した20個のブロックのうち9つのブロックについて、1m間隔で計測した目違い量の最大値と最小値、平均値を示している。グラフから、AP2とBS-5+6の2つのブロックで目違い量が規定値の3mmよりも大きくなっていることがわかった。AP-2は船尾付近のブロックであるため曲率が大きく、調整が困難だったものと考えられる。この2つに対し、他の7つのブロックの目違い量は規定値内に調整されていることがわかった。

次にFig. 8 にアライメント後のギャップの大きさについての調査結果を示す。グラフから、全てのブロックで隙間が規定値よりも大きくなっていることがわかった。この原因として、隙間の調整をガス切断でブロックの端部を切ることで行っていることが考えられる。ガス切断では細かな調整が困難であると思われるので、グラインダーを用いての調節やブロックのレベル取りを行う前に溶接する箇所をまっすぐしておくなどの対処を行う必要があると考える。

また、作業者が溶接ゲージやスケールを用いながらアライメントを行っている様子を目にすることはほとんど無かった。感覚に頼りながらも目違い量はある程度調節できるのだと思われる。しかし、広げすぎたら元には戻せない隙間の大きさについては、スケールを用いて計りながら少しずつ調整しなければならないのではないかと感じた。

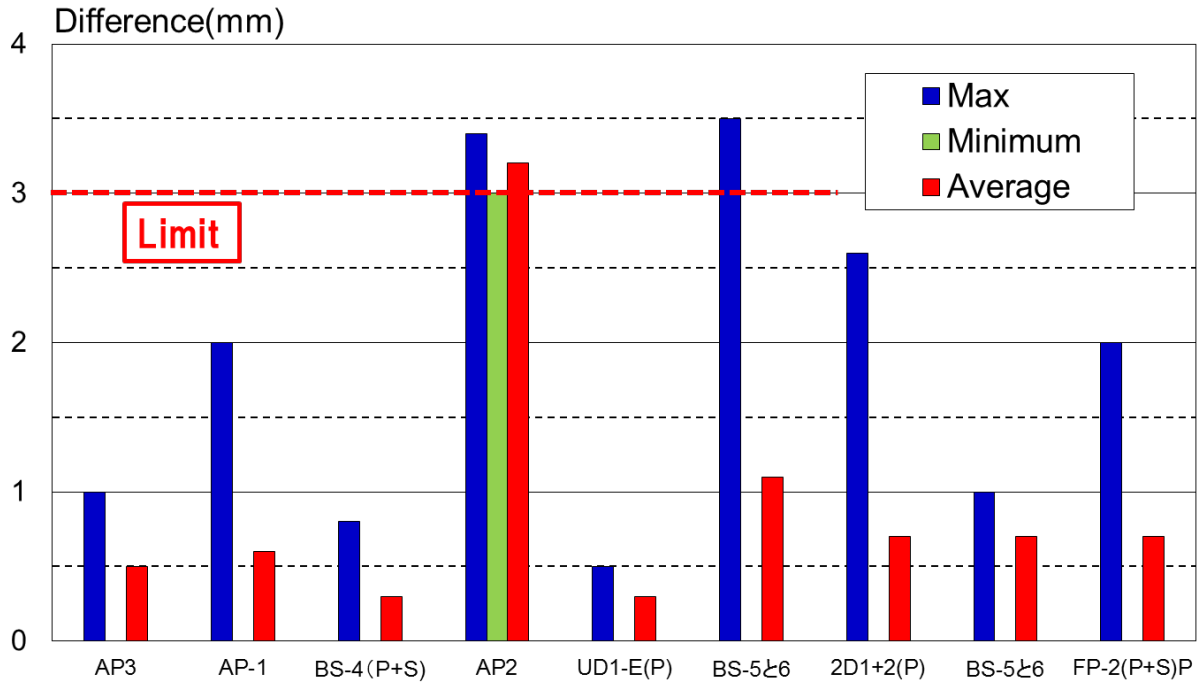


Fig. 7 目違い量の調査結果

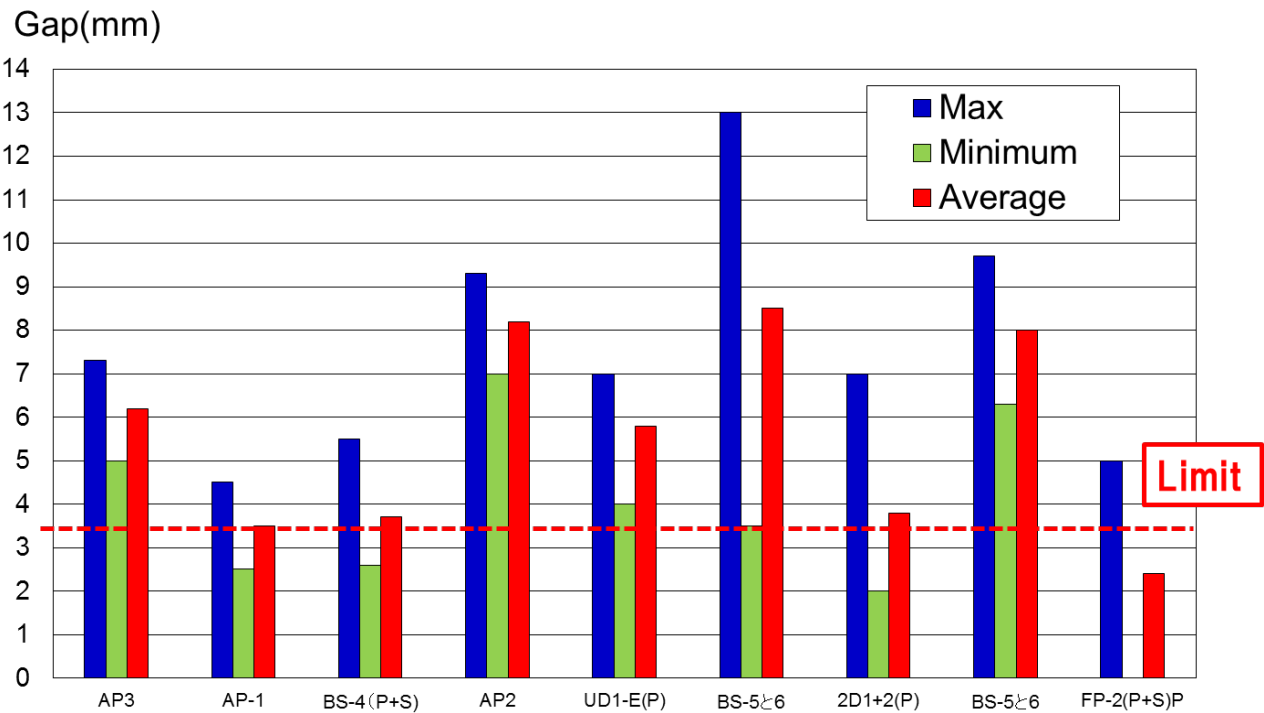
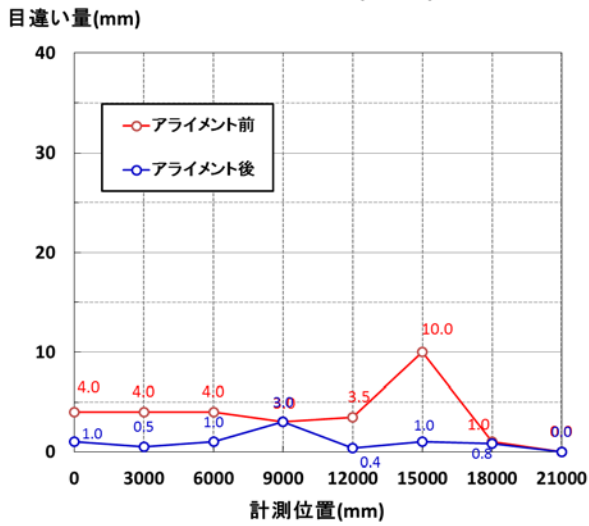


Fig. 8 ギャップの大きさの調査結果

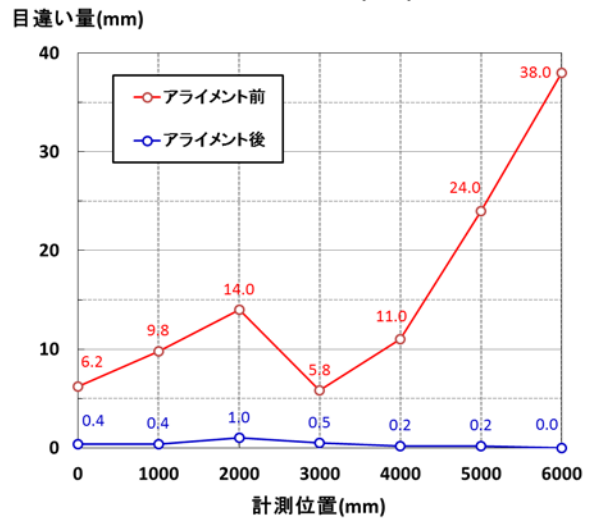
次にBS7+8とAP3について、アライメント作業前後での目違い量とギャップの大きさの計測を行った結果をFig.9に示す。



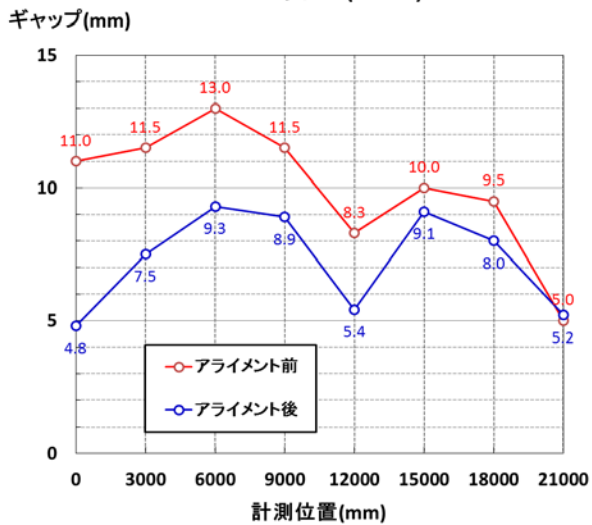
目違い量変化 (BS7+8)



目違い量変化 (AP3)



ギャップ変化 (BS7+8)



ギャップ変化 (AP3)

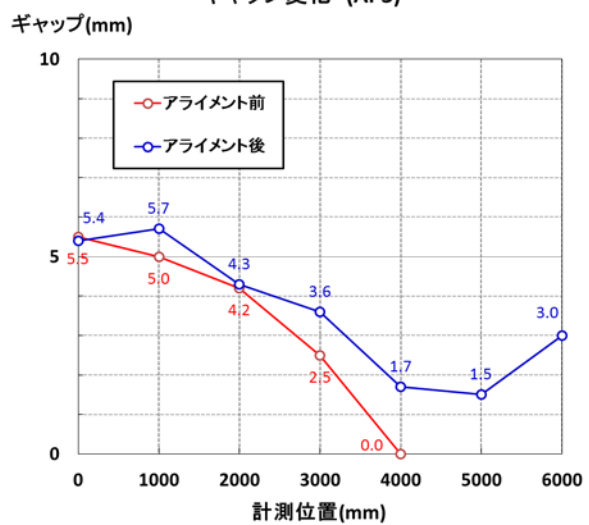


Fig. 9 アライメント前後の目違い量と隙間の変化

Fig. 9 より、目違い量は AP3 のようにアライメント前で 38mm もずれていても、作業後にはほぼ 0mm にまで調整されていることがわかる。また、ギャップの変化についてみると、両ブロックにおいてアライメント前後でグラフの形状が似ていることがわかる。このことから、アライメント前のギャップの大きさは作業後にも影響しており、作業前の隙間が大きいと規定値の 3.5mm を目指して均一に調整することが難しいことがうかがわれる。この結果から、アライメント作業は目違い量を調整することよりも、隙間の大きさを調整することのほうが難しいとすることができると考えられる。アライメントの精度を向上させようとする場合には、隙間の大きさを調整する工夫を考える必要がある。

Fig. 10 に各ブロックのアライメントで用いられたピースの数と、ピースとピースの平均間隔を示す。平均の間隔はブロックごとでばらつきがあることがわかった。この表に示した中では、13 ブロック中 8 つのブロックで平均間隔が 300mm 以下となっている。国内工場での間隔が約 300mm であるとのことなので、やはり THI ではピースの間隔が狭いと言える。しかし BS-7+8 のピースの平均間隔は 724mm となっており、他に比べると圧倒的に間隔が大きい。このブロックは船底に当たる箇所ブロックであり、曲面も一切無い箱型のブロックである。そのためピースをたくさん用いてアライメントを行う必要が無いのではないかと推察される。現地の作業者がただ闇雲にたくさんのピースを用いているだけではなく、ブロックごとの必要に応じた間隔でアライメントを行っていると考えられる。

間隔が狭いということは丁寧にアライメントを行っているとも言える。しかし、必要以上にピースをつけているのはアライメントに時間がかかってしまい、またそれをガス切断で取り除きグラインダーでならず作業の時間も必要となってしまう。そうしたことを加味すると生産計画に影響がでる可能性がある。そのため国内と同じ 300mm 程度の間隔でピースをつけるように指導する必要があると考える。間隔を広く保つために、間隔の基準となるスペーサーを作業者が携行するなどの方法があると考えられる。使用するピースを減らすことは、ピースの材料削減や作業時間短縮等につながり、少しではあるが生産効率の向上に寄与する要素があるように感じた。

ブロック名	アライメント長 (mm)	ピース数	ピース間隔 (mm)
AP3	5850	16	365
AP-1	5300	27	196
BS-4(P+S)	12400	34	364
3D2-E(S)	12000	35	342
BG3+4(P)	11000	35	314
UD1-E(P)	2300	8	287
BS-5+6	21000	57	368
2D1+2(P)	6000	25	214
FP-2(P+S)	7400	26	284
AP3	6000	27	222
2D1+2(S)	6000	31	193
FP-2(P+S)	7400	37	200
BS-7+8	21000	29	724

Fig. 10 使用されたピースの数と平均間隔

## 5. 4 まとめ



20 個のブロックについて調査を行い、以下の結果を得た。

- ・目違い量は精度良く調整されている。
- ・隙間は規定値よりも大きく開いているものが多かった。
- ・ピースの平均間隔が 300mm 以下のブロックが 13 個中 8 個あった。

今回はこれらの結果に対して、明確な改善案を示し検証するまでにいたらなかったのが残念であった。

## 6. 研修を終えて

今回の THI での海外インターンを経験し、海外で仕事をする事のやりがいに気づくことができたように思う。現地の人たちと共に、船の建造という一種のプロジェクトを成し遂げる仕事は、国内にはできない仕事である。海外という異国の地ではコミュニケーション方法や現地の仕事に対する意識の違い、生活スタイル、気候など苦勞する点が多々あり、一ヶ月という短い期間だったがそれを実感することができた。こうした海外ならではの苦勞を乗り越えながら仕事をする事も海外で働くやりがいのように感じた。この研修を通して海外で働くことに対しての意識が変化したように思う。



Fig. 11 THI のスタッフの方々

海外への技術移転という点では、溶接やガス切断のトレーニング施設を充実させて、作業者の技術向上に努めている様子を見ることができた。また、「アランとジャック」という溶接とガス切断を漫画で説明してくれる冊子があり、私たちが溶接トレーニング前にこれを読んだ。溶接やガス切断の技が必須な造船だけに、作業者の育成に力を注ぎ工夫していることが良く理解できた。

また、現地に雇用をつくることに加え、学校施設の整備など工場のあるセブ島バランバンへの地域貢献活動を積極的に行っていることも知ることができた。見学させていただいた進水式には小学生が参加して華やかな踊りを披露しており、地域との繋がりを垣間見られた場面があった。会社の利益を追求するだけではなく、移転先の国や地域と共に発展していく。そういった姿勢が、海外への技術移転においてとても大切であることを今回の研修を通して学ぶことができた。



Fig. 12 進水式で踊りを披露する小学生たち

## 7. 後輩へのアドバイス

---

前半の二週間、様々な部署で業務内容を説明していただいた。現地のエンジニアの方が英語で説明してくださるのだが、単語が一つ二つわからないだけで説明が理解できなくなることが幾度かあった。そうした単語は“足場”や“塩分”、“居住区”などの日常では聞くことの無い造船の業務に関するものだった。スムーズに研修を進めるためにも、英語教材での学習に加え、こうした単語についても予習しておけばよいと思う。また、英語に加えて現地の言葉を予習しておくが良い。現地の言葉でありさつとお礼を言えるだけでも、コミュニケーションをスムーズにしてくれる。

テーマを設定し調査する際、何らかの計測を伴うことを見据えて定規やメジャーを持参しておいても良い。私が用いた溶接ゲージとスケールはTHIに予備が無く、エンジニアの方にいつも貸していただいていたので、迷惑をかけないためにも用意できるものは持って行けばよかったと思った。また、研修テーマについてより深く調査を進めるために、過去に行われた調査を引き継いでやるのも手だと思った。今回私たちは改善案の提示や検証を行うまでに至らなかったのが悔いが残った。

一ヶ月の研修中、風邪を二度ひき、腹痛に一度襲われた。現地の乗り物やレストランの中は冷房がきついことがあり、羽織るものを持っていくと良い。風邪薬と下痢止め、熱さましシートなども油断せずに備えておくべきである。腹痛にならないためには、現地で働いている日本人の方に注意すべき食べ物を聞いてみると良いと思った。

上に挙げた経験を参考にして、今後ECBOプログラムでTHI及びその他の企業へ海外研修に行く学生がより良い研修を行ってくれると幸いです。

## 8. 謝辞

本研修を行うにあたり、受け入れていただいたTHIの木下様、バージ様、ヨナ様、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。研修中の御指導に加え、生活面でも多大なる御支援をいただきました。充実したフィリピンでの一ヶ月は、私の学生生活においてとても貴重な体験となりました。

また、海外インターンを企画・運営していただいたECBO実行委員の先生方、工学研究科支援室の藤原様には、数々の準備と御指導を頂きましたこと誠に感謝しております。皆様からのご支援があったからこそ、無事研修を終えることができました。

そして研修を共にした小立君と秦君に感謝申し上げます。三人で協力しながら海外インターンをやりきった経験は決して忘れることなく、また今後の人生の糧となると信じています。

来年度以降も多くの方がこのECBOプログラムに参加し、本教育事業がさらに発展していくことを願ひまして、謝辞とさせていただきます。

## 9. 参考・引用

THIの航空写真を <http://kambara-tugmarine.com/> より引用

---