

五洋建設（シンガポール） 研修報告書

海外現場組織および DTSS トンネルにおける事業内容の理解

工学研究科 社会基盤環境工学専攻 溝口 愛実

1. はじめに

2018 年 9 月、五洋建設と Koh Brothers(シンガポールの地元企業)の建設共同企業体が担当する、大深度下水道トンネルプロジェクトのインターンシップに参加した。

近年、日本の建設会社は海外市場に進出している。その理由は、現在、国内の市場は大規模なインフラ設備が一段落し、既存設備のリニューアルや維持管理へと移行しているからだ。これに伴い、新規大型事業の参入と、技術および開発力の向上、企業力の維持を目的として、特にアジア諸国へ進出が行われている。これから社会にでるにあたり、私は海外で働くということも考えているため、海外インターンシップを希望した。数ある会社の中で五洋建設を選んだのは、五洋建設は日本のみでなく海外事業にも力を入れて取り組んでいるからである。

2. 事業内容

2-1、研修先の概要

会社名：五洋建設株式会社

従業員数：2673 名

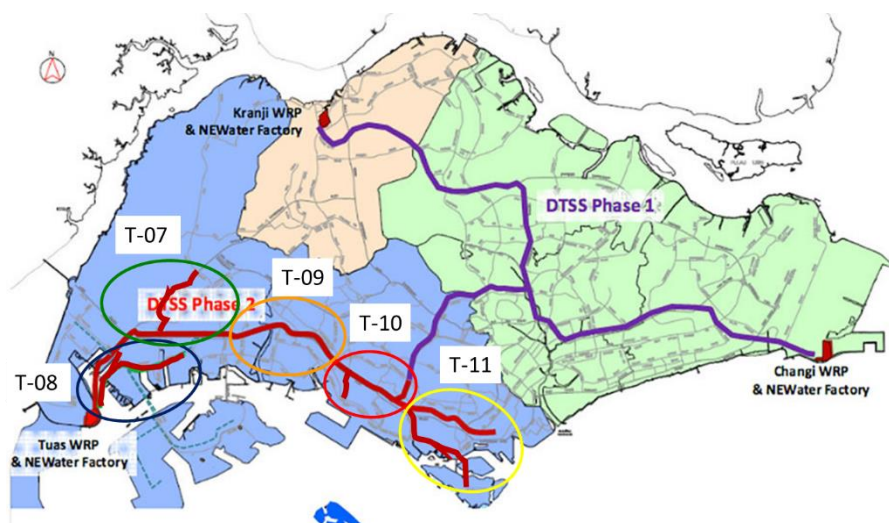
事務所名：シンガポール営業所

事業名：Deep Tunnel Sewerage System Phase 2 Project T-08

2-2、プロジェクトの概要

本プロジェクトは、シンガポールの西側で排出された水を Water Reclamation Plant（水再生処理工場）にて処理し、「NEWater」として再利用するシステムを構築するものである。広範囲の排水をすばやく収集するために大口径の下水道幹線トンネル工事を行う。

シンガポールにとって水はとても貴重である。なぜなら、国土が狭く、大きな湖や河川がないため、水をマレーシアから購入しているからだ。また、水の購入の契約期限が切れるのは 2061 年で、シンガポール政府はそれまでに自国の水自給率を上げたいと思っている。シンガポール政府が水不足解消のために行った対策は、雨水の確保、海水の淡水化、そして下水を再利用した水、NEWater である。このように、自国の水自給率を上げることにより、マレーシアとの契約を有利にしようと考えている。DTSS-Phase1 は 2007 年に施工が完了しており、現在使用中である。



2-3、プロジェクトの概要

施工主は、Public Utilities Board (PUB) というシンガポールの公益事業庁である。Phase2 は 5 工区に分けられており、07 工区は Zublin(ドイツ)、08 工区は Penta-Koh Brothers(日本、シンガポール)、09 工区は Leighton(中国)、10 工区は西松建設(日本)、11 工区は上海トンネル(中国) である。第 08 工区のトンネル総距離は約 10km で、立坑を 10 カ所建設する。また、TBM は 4 台用いる。施工者から 100 年耐用のトンネルを作るようにと要望があったため、トンネルを作った後の覆工コンクリートとして用いる耐硫酸性コンクリートの研究も同時に進められている。

3、研修内容

3-1、研修中の課題

研修に参加させていただくにあたり、目的を持ち、より理解を深めていきたいと思ったため、企業の方と連絡を取り課題を設定した。その結果、本研修の目的を「海外現場の組織を学ぶこと」とした。どのような部署の中で、どんな仕事をして働いているかなどを本研修で学んだ。

3-2、研修スケジュール

研修のスケジュールを以下に示す。組織を学ぶのはもちろんだが、それ以外についても、色々と学んだ。詳細については 3-3 で述べる。

月曜	火曜	水曜	木曜	金曜
3 営業所へ挨拶	4 工事概要の説明 安全講習	5 組織の構成	6 安全点検に同行 コンクリートの 研究所見学	7 現場見学 安全連絡マップ
10 最小のH形鋼を 求める	11 地鎮祭 データ整理	12 安全チェック(P2) 中間発表	13 F3現場見学 ベントナイトの 試験	14 安全チェック (Z&Zi)
17 安全チェック (Z&Zi) 鉄筋組立工場	18 鋼矢板チェック Z&Ziの透水試験	19 組織の詳細把握	20 ルジオン値の算 定	21 コンクリートの 試し打ち MRT現場見学
24 最終発表資料・ 報告書作成	25 Uクリップの引 張テスト	26 OCHの現場見学	27 安全点検に同行 コンクリートの 圧縮試験	28 営業所に挨拶

3-3、研修内容

一か月受けた研修内容ごとにそれぞれの詳細を説明する。

1) 事業内容の説明

まず、事業内容についての説明をしていただいた。現在は、トンネルを掘る前に作らなければならない立坑を作っている段階である。掘削をしながらベントナイトの溶液を注入していくことで、側壁が崩れるのを防ぐ効果があるそうだ。シールドマシンは作製中で実際のものを見ることができないので、写真で細かな説明を受けた。

2) 安全講習

安全講習は、それぞれのプロジェクトごとに受けなければならなかった。二日目に DTSS 安全講習は受けたが、他の現場を見学する際はその現場の安全講習を受けた。13 日に行った Finger3 は、海に近い現場であったため、安全講習の中で海の安全についても説明があった。さらに、企業の敷地内という現場は、その企業の安全講習を受けなければならない。

3) 現場見学

現場見学には色々な方が連れて行ってくださった。やっている内容はどの現場も同じだが、現場の広さや形がそれぞれ異なるため、マシンを置く場所をそれぞれの現場ごとに考え、置かなくてはならない。実際に現場を見ると、掘削機は思ったよりも大きく、狭い場所しか確保できない現場だとマシンを考えておかないとならないと再認識した。CCTV というカメラが取り付けられており、24 時間施工者が監視できる仕組みがとられていた。さらに、ウォッシングベイとい

う日本には設置義務のない設備でも、シンガポールでは設置しなければならない設備があり、海外現場と日本の現場との違いを学んだ。

4) H形鋼の算定

コストカットのために、最小のH形鋼を求める課題をいただいた。安全値を超える大きさのH形鋼を使用しなければならないが、大きすぎると、コストがかかるため経済的ではなくなってしまふ。そのため、無駄のないように、H形鋼の最大限の力を活用できるサイズを求めた。その際に、H形鋼の上に乗せる機械の大きさや振動を考慮しなければならないため、計算が難しかった。

5) 地鎮祭

地鎮祭に参加した。現場が始まる一番初めは7つの宗教を招き、順々にお祈りをする。これは、多宗教国家のシンガポールならではの習慣だと思った。今回は下請けの会社が韓国の企業であったため、韓国方式の地鎮祭を行った。

6) 耐硫酸性コンクリート

覆工用の耐硫酸性コンクリートはまだ配合が決まっていない。そのため、現在研究段階である。その研究中の耐硫酸性コンクリートの実験に同行した。施工者が様々な実験値の基準を決めており、五洋建設のみでなく、他の工区の企業もそれぞれで配合を検討している。私は、収縮の実験のデータ整理を任せられ、毎日送られてくるデータを打ち込みグラフを作成した。収縮の度合いが打設から28日後で0.01%になるようなコンクリートを作らなければならないが、250mmの長さの供試体の28日後の自己収縮の許容範囲が0.025mmというのは、厳しい規定であると思った。

7) 緊急時連絡マップの作成

どこにコールボタンやベル、消火器があるかなどが書かれたマップを作成した。これは、日本でも消防法でそれぞれのオフィスに貼ることが決められている。安全の面において、海外でも日本でも、行わなければならないことは変わらないと思った。

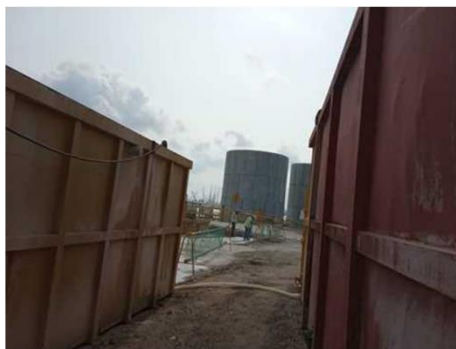
8) 安全チェック

現場に行き、通路の確保や片付けができていない箇所をまとめ、それを現場のスタッフに伝え、安全な現場づくりを行った。この成果の一部を以下に示す。日本では、24時間現場が動いていることはないため、その日の仕事を終わると、最後に片づけをして終わるが、シンガポールの現場は24時間作業を行っているため、掃除をする時間があまりとれず、定期的に安全担当の職員が現場に行ってチェックを行っている。

Before



After



9) 鉄筋の組み立て工場

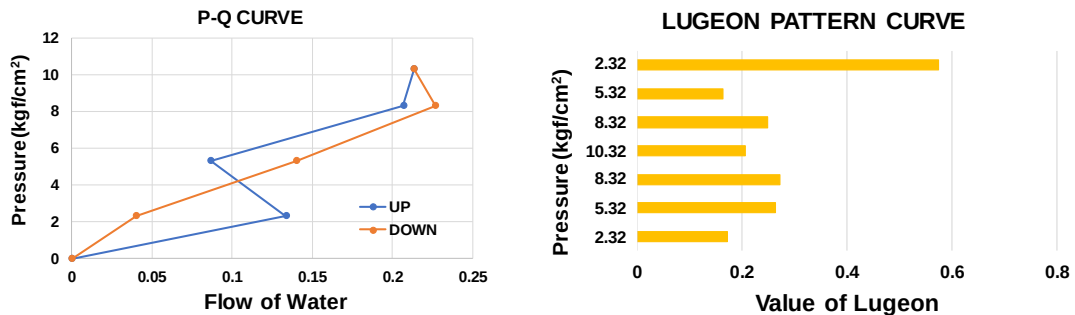
本プロジェクトでは、現場の敷地が狭いため、鉄筋は工場で組み立て配送している。鉄筋の組み立て工場では、設計図通りの鉄筋が組み立てられているかを確認した。確認せずに現場に送ってしまい、もし入らなかったりしたらまた工場に送りなおさなければならないため、現場に送る前に必ず工場に行き確認する。帯状鉄筋の本数や、全体の長さなどを鉄筋工場の責任者とともに確認した。

10) 鋼矢板のチェック

コンクリート壁の代わりに用いられる鋼矢板の寸法をチェックした。今回使う鋼矢板は再利用されたものであるため、歪んでしまっているものや、欠けてしまっているものなど様々あった。これらをランダムに選び、厚さや長さなどを確認した。また、後日、引張テストや化学テストを行うために使用する鋼矢板も選んだ。

1 1) 透水試験

地盤改良を行った現場の土の透水性を計る試験を行った。圧力をかけながら水を地中に注入することによって地盤改良で土が締まっているかを確認する。測定した流量と圧力を用いてルジオン値を求めた。ルジオン値とは、基礎地盤の水の通しやすさを表わすのにルジオン値というものをを用いる。地盤の中に掘った孔の中に 10kgf/cm^2 の圧力をかけた水を注入し、深さ 1m 当たり毎分何リッターの水が注入されたかを測定し、その値がルジオン値である。求めた結果を次に示す。ルジオン値の平均値が 1 よりも小さければ地盤改良の結果は良好であることを示す。右の図よりルジオン値の平均は 0.272 であるため、今回の地盤改良は成功したといえる。



1 2) コンクリートの試し打ち

現場でコンクリートを打つ前に、温度やフロー試験、圧縮試験を行う。この試験で基準値が得られなければ現場でコンクリートは打てないそうだ。今回私が注目したのはコンクリート供試体の形である。日本では円柱供試体を用いるのに対して、シンガポールでは立方供試体を用いていた。立方体は座屈が起こりにくいため、コンクリートの圧縮強度が他の試験体よりも高くなる。そのため、日本では縦の長さが長く、断面に均等に力がかかる円柱供試体を用いる。これでは平等な評価ができないと思い聞いてみると、立方体と円柱の強度が異なることは知られていて、それに伴いコンクリートの圧縮強度クラスが供試体の形ごとに異なると説明された。値は違うが、安全のレベル評価がきちんと決まっているのだと学んだ。

また、QPS のスタッフもこの試験に同行した。QPS のスタッフは供試体一つ一つにサインを書いていた。シンガポールの決まりで、何をするにしても彼らのチェックが入らなければ次のステップに進めないことを学んだ。

1 3) ベントナイトの試験

ベントナイトの溶液は再利用される。しかし、再利用するには比重や粘性、pH 試験をした値が基準値以内でなければならない。マッドケーキや礫、石に付着してしまうベントナイト溶液もあるため、再利用することができるベントナイトの溶液は最初に使用した量の 50% ほどである。

1 4) MRT 現場見学

五洋建設が施工している地下鉄の現場を見学した。この現場はシールドマシンで作ったトンネルであったため、シールドトンネル特有のキーセグメントを見ることができた。セグメントをはめるだけで完了かと思っていたが、ボトルで止めていた。シールド工法について事業内容説明の際に聞いてはいたが、イメージしかできていなかったため実際に見ることができたため、セグメント側面の傾斜など細かい部分まで理解することができた。

1 5) OCH の現場見学

五洋建設の建設部が作っている病院の現場を見学させていただいた。建設の現場を見るのは初めてであったので、大変興味深かった。19 階建ての病院だが、機械のみを設置するフロアを入れるともっと高層の病院となる。病院施設であったため、天井に設置してある電気などの配管が多く、非常に複雑であった。また、20 階には水のタンクがあり、この重さを支えられるビルはすごいと思った。

病院をつなぐための地下トンネルも建設中であった。開削工法のトンネルだった。シンガポールにきて、TBM 工法のトンネルしか見ることができなかったため、病院ではトップアップ式、トンネルではボトムアップ式の工法見ることができ、色々な工法について学ぶことができた。

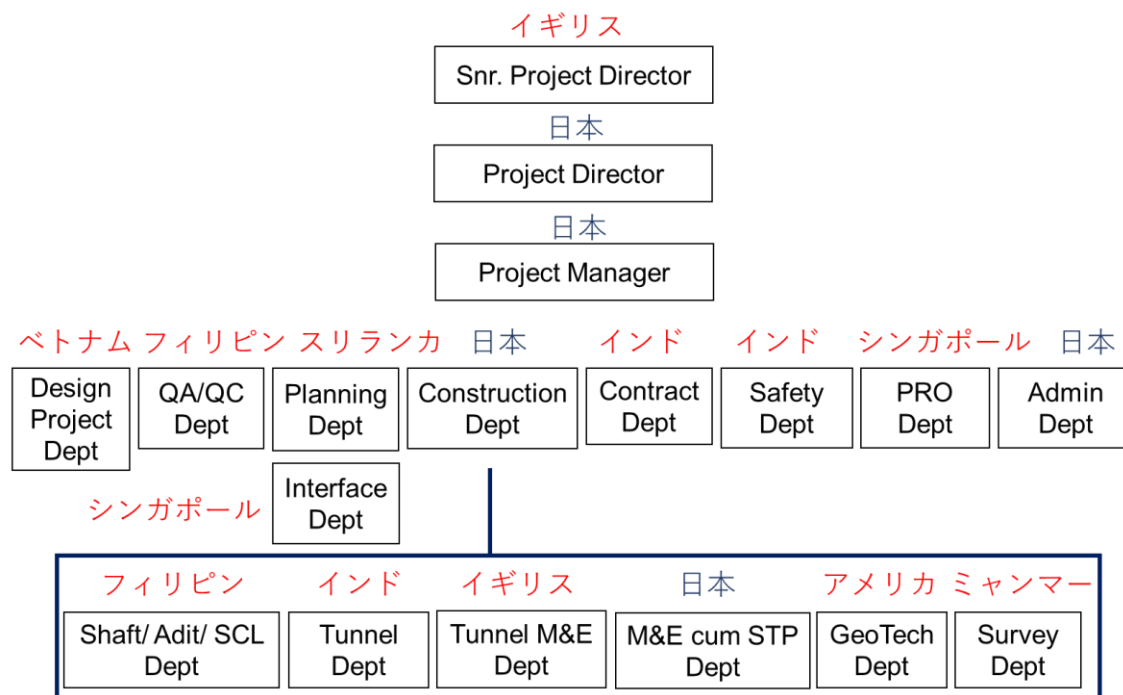
3-4、研修課題について

本プロジェクトの簡単な組織図を次項に示す。

今回行ったプロジェクトの現場には、以下のような部署があった。日本では色々な仕事をするが、海外では完全分業制であるため、多くの部署があった。完全分業制のメリットは、それぞれの分野で専門的な知識を持つ人がいるという面であるが、多くの人材を要するというデメリット

もある。しかし、完全分業制であるからこそ、会話が多く飛び交っていると思った。オフィスでもそうだが、現場に出ているときは、電話がかかってくるし、電話をオフィスの人にかけることもある。このように、皆やっていることがバラバラに見えて、実際は皆さん同じ目標に向かっていると感じた。

色文字はそれぞれの部署のマネージャーの方の国籍を示す。様々な国籍の方がいて、皆さんがまとまっているのは、お互いのことを尊重し、違うと思ったことは納得するまで討論を重ねているからであろうと思った。



4. まとめ

今回の研修では、海外現場の組織を学んだ。海外で働く日本人スタッフの方や、現地のスタッフの方に現場や、実験施設、鉄筋の組み立て工場に連れて行っていただいた。一定の部署でなく、色々な部署の方に学ぶことによって、組織の構成のみでなく、ゼネコンの仕事内容や、専門的なことも学ぶことができた。

私は、海外では英語しか使えないため、海外働くことは日本で働く以上に大変だと思っている。しかし、企業の方は、色々な国籍の方と働くことは楽しいし、話していて、相手の気持ちがわかるわからないのには言語は関係ない。日本語で話したとしても、相手の本心を 100%理解することとても難しい、と言っていた。これを聞いて、日本でも海外でも、相手の気持ちを理解することは困難であることに変わりない。しかし、理解できないからといってあきらめるのではなく、理解しようとする気持ちが大切なのだと感じた。

今回の研修を通して、必要な設備や、申請までに要する期間、様々な法律は国によって異なるが、構造物を造るという面では、日本でも海外でもやらなければならないことは同じであると感じた。

5. 謝辞

多くの皆様に支えられ、一か月のインターンシップを終えることができました。

D T S S プロジェクト、所長の荒木様をはじめ、プロジェクトマネージャーの坂本様、建設マネージャーの岩崎様には工事概要の説明をしていただき、多くの現場に連れて行っていただきました。ありがとうございました。また、インターンシップ担当の川寄様、柴田様は、いろいろな場面で話しかけてくださったり、インターンシップの研修内容を考えてくださったりしました。ありがとうございました。事務の村上様、廣瀬、Alicia 様には、インターンシップに関する様々な手続きをしていただきました。ありがとうございました。Ellen 様や Jaybee 様、Moe 様には多くの実験施設や現場に連れて行っていただきました。ありがとうございました。D T S S スタッフの皆様は、すれ違う時に必ず挨拶か微笑んでくださりました。このような優しい皆様の下でしたので、一か月間非常に有意義な時間を過ごすことができました。心より感謝申し上げます。