

シンガポールの労働安全に対する取組み

関本 昇・久保田 祥一

シンガポールでは、国際的にも高水準な労働安全環境を目指し、様々な労働安全衛生に関する制度がある。施工会社のリスクマネジメントや教育プログラムに対する資金援助制度、安全成績に対する報償制度等、日本では馴染みのないシステムもある。また、作業所内での工事許可申請制度や、非常に責任の大きな技術士制度など、シンガポールの工事にたずさわった日本人が、まず最初に戸惑う制度等もある。本稿では、こういった制度の紹介と海外シールド施工での安全に関する創意工夫について報告する。

キーワード：海外工事、シンガポール、リスクマネジメント、研修制度、PE制度、シールド工事

1. はじめに

シンガポールにおける建設投資は、リーマンショック以降堅調に増加しており、その額は毎年\$200～\$280億SGDの需要が見込まれている。一方で、その建設投資を具現化する主要リソースである労働力のほぼ100%がアジア地域を中心とした多様な国々によってまかなわれている。そのような日本とは異なる建設労働環境のもとで、シンガポール政府は、国際的にも高水準な労働安全環境を目指し、日本にはない労働安全衛生に関する制度がある。本稿では、そのような制度を紹介するとともに、筆者が経験したトンネル工事に関する安全面での工夫や事例を記載する。

2. 労働安全環境を向上させるための法整備

2006年に日本でいう労働安全衛生法（Workplace Safety and Health Act 2006）が改正された。その主旨は、関係者があらかじめリスクを排除・軽減するリスクマネジメントを実施することで労働安全環境を向上させることである。そのなかで、リスクアセスメントによる安全衛生管理システムの運用を義務付けている。その方針のもとに定められたいくつかの制度を以下に記す。

(1) リスク管理支援基金（RMAF：Risk Management Assistance Found）

シンガポール政府は、中小企業のリスク管理能力向上を目的とし、リスク管理支援基金（RMAF）を設

置している。この基金を利用することで、中小企業がリスク管理マネジメントシステムを構築する際に必要となった外部コンサルタントへの負担を軽減することができる。具体的には、申請した企業を審査し、その成果が認められた場合に、それに要した外部コンサルタント費用の90%まで、最高\$6,000SGDの支援が受けられる。

(2) ビズセーフ（bizSAFE）

ビズセーフ（bizSAFE）とは、企業がリスクマネジメントシステムを習得するためのプログラムである。これは、2007年4月に労働安全衛生諮問委員会（WSHC：Workplace Safety and Health Council）が、人材開発省（MOM：Ministry of Manpower）の支援の下で進めている。このプログラムには、習得すべき項目が五段階に分かれており、最終プログラムが終了した際には、国際規格に適合していることが認証される。これに参加している期間は、外部コンサルタントや職員研修等に対する資金援助を受けることができる。

(3) 建設業生産性向上プロジェクト

建築建設庁（BCA：Building and Construction Authority）により、進められているこのプロジェクトは、建設業の労働人口増加が期待できないので、建築物の設計や建設時に工夫することで省人化を推進するものである。建設時の機械化やプレハブ材の適用、省人化に適する施工方法や材料を採用した場合、それらにかかる追加費用に対して援助が得られる。例え

ば、高所作業車やフォークリフト等建設機械の購入費やそのリース代、省人化のため高流動コンクリート等材料に対して適用される。

(4) 労働安全環境に対する報酬制度 (ESS : Environmental, Safety and Security Considerations)

LTA (Land Transport Authority) では、独自の安全評価基準により各作業所の労働安全環境を毎月点数化し安全成績を評価している。この評価点 (満点 100 点) は、対象作業所の度数率や強度率、安全パトロールの結果、作業所の安全衛生活動の状況等から自動的に算出される。この評価点により月毎の報酬額が決まり、その総額 (工事終了までの合計金額) は最大で請負金の 0.5% あるいは \$ 1.25 百万 SGD の少ない方を上限としている。この制度は、作業所の労働安全環境を客観的な手法で点数化するだけでなく、それに応じた報酬という成果主義を組み込むことで、継続的に作業所の労働安全環境の向上促進を意図したものである。この ESS 制度による報酬は、固定部分と変動部分からなっている。変動部分は、毎月の評価点により最大で変動部分の 0.5% 増額、最少で 0.5% 減額となる。

3. 作業所で実施する労働安全衛生活動

建設業労働安全衛生規則 (The Workplace Safety and Health (Construction) Regulations) で定められた制度のなかから、その特徴的なものを以下に記す。

(1) 許可申請工事制度 (Permit-to-work System)

解体・取壊し工事、掘削工事 (深さ 1.5 m 以上)、クレーン作業、杭打ち工事、トンネル工事、足場作業 (高さ 2 m 以上)、狭隘空間での作業が、この制度に該当する。これらの作業は、建設工事の中での危険作業という位置づけである。日本でいう「工事計画届」や「機械等設置届」のように行政 (労基署) に提出するのではなく、作業所内での許可申請工事制度である。該当する工事の専門会社は、その工事における役割を明確にした組織図、施行手順、安全管理計画、リスクアセスメント等の書類を元請に事前に申請する。それらを安全管理者が安全性を審査し、現場代理人が作業許可する制度である。現場代理人は、実作業時に作業状況が危険であると判断した場合は、直ちに作業許可を取り消すことができる。この制度に違反した場合は、罰則金 (最大 \$ 20,000 SGD) となる。

(2) 技術士制度 (PE : Professional Engineer)

PE とは、シンガポール技術者に与えられる資格のひとつで、その資格要件や資格取得の審査内容は PE 法により規定されている。労働安全衛生規則では、多くの分野で PE による仮設設計やその検査が義務付けられている。例えば、杭や山留め材 (掘削深さ 4 m 以上)、型枠支保工等の仮設構造物の設計と仮設材設置後の安全性を確認する検査は、PE が行う。PE の責任下で安全性を保障する制度であり、PE の役割と責任は大きい。それ故に、時には過大と思われる設計になることもある。

(3) 建設業のデング熱感染防止対策

日本においてもデング熱に感染する事例が増加しているが、シンガポールではデング熱感染防止の法律を整備し、撲滅するべく国家的に取り組んでいる。作業所においては、基地内は水溜りを極力作らないように排水施設の整備と舗装基盤により不陸をなくすとともに、定期的な殺虫剤の散布、降雨後には水溜りの除去等を実施し、感染源である蚊の発生を防止している。作業所には、環境庁 (NEA : National Environment Agency) の立入検査が事前通告なしで実施され、水溜り等から蚊の幼虫が検出された場合は、罰金が科せられる (違反初回 : \$ 1,000 SGD, 2 回目 : \$ 2,000 SGD, それ以上 : \$ 10,000 SGD 以下または 6 か月以下禁固刑)。

4. シールド工事に関連する建設機械の安全管理

シンガポールのシールドトンネル工事で使用する機械、電気関連設備の安全対策やそれに関連する制度について以下に記す。

(1) クレーン等揚重設備

シールドトンネル工事で使用する以下のようなクレーン等揚重設備を使用する。

- ・門型クレーン
- ・移動式クレーン (ラフター・クローラ・ユニック等)
- ・TBM エレクター
- ・電動ホイスト
- ・チェーンブロック・レバーブロック etc.

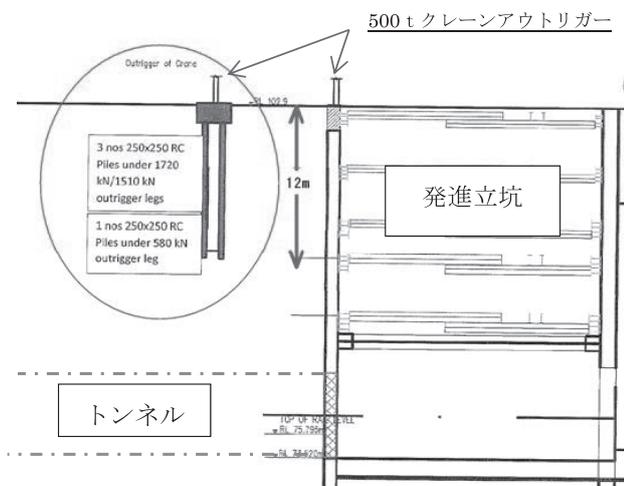
およそ物を吊上げる道具は全て、現場で使用するには、PE の計算書及び証明書 (Certificate) が必要である。移動式クレーンの場合、クレーン業者の持ち込み書類でその能力を証明することが出来るが、門型ク

レーン、エレクター、電動ホイストは荷重試験を要求され、地盤耐力、吊治具強度についてはPEによる計算書や証明書が必要である。

クレーン作業において必要なPE Certificateを以下に記す。

- ・クレーン本体（能力）
- ・クレーン設置地盤耐力
- ・吊治具強度（ワイヤー・ベルト・シャックル等）

シールド機組立計画では、設計者から重量物であるシールド機投入時に発生するクレーン反力が、既に掘削が終了している立坑の土留め支保工に影響しないような計画を求められた。設計者、シールド機メカ、PEと打合せを重ねた結果、投入に使用する500tのオールテレーンクレーンのアウトリガー位置に杭基礎を施工した。その構造はPEの設計によるもので、アウトリガー1ヵ所について3本のRC杭（250×250mm）とそれらに支持された厚み1.1mのベースコンクリートからなるものである（図一1参照）。また、クレーン基礎を設置する際には、地下埋設物の種類や位置情報を事前に確認することも重要である。



図一1 クレーンアウトリガー地盤補強用杭基礎構造図

(2) 軌道車両及び軌道装置

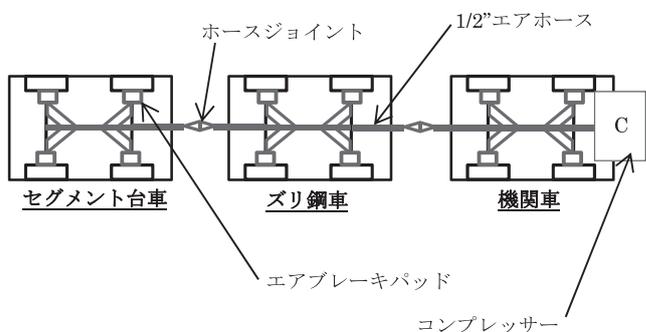
軌道車両及び軌道装置計画では、以下のような安全対策を求められる。

- ・軌道車両（機関車、ズリ鋼車及びセグメント台車）のフェールセーフブレーキシステム設置
- ・マンチェスターゲート（逸走防止用ゲート）による逸走防止装置の設置
- ・前方確認のためのCCTVカメラの設置

フェールセーフブレーキシステムとして、坑内軌道車両の全てにエアブレーキを設置した。ここで述べるエアブレーキとは機関車に搭載したコンプレッ

サーによる圧縮空気を用いたディスクブレーキの事で、停止時に常時ブレーキがかかるシステムである。つまりエアブレーキは軌道車両移動時のみ解除され、停止すると同時に自動的に全ての台車の車輪をロックし、逸走を防止するシステムである。

このシステムは、機関車に搭載したコンプレッサーからの圧力が各車両の制動部に作用している間はブレーキが解除され、減圧されることでブレーキが作動する仕組みである。したがって、圧縮空気を全ての制動部に作用させるため、全ての台車間には、エアホースで接続される。立坑等で車両の切り離しや切り回しの際に支障とならない様、各台車間のホースにバルブやワンタッチジョイント等を設け、作業性を工夫する必要がある（図一2参照）。

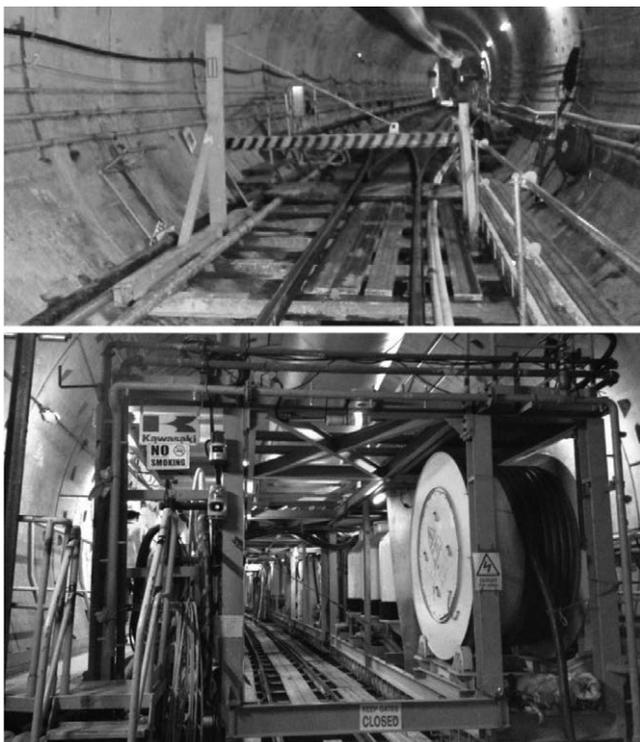


図一2 エアブレーキシステム概要図

また、軌道車両の逸走による災害を防止するため、マンチェスターゲートを後続台車の前後両端と立坑坑口付近に設置した。これは、切羽付近と立坑下で作業員が軌道車両との接触災害を防止するための安全設備である。マンチェスターゲートは常時閉めておき、軌道車両通過時のみゲートを開ける。実施した工事では、このゲートの設置が仕様書に明記されている。マンチェスターゲートは、軌道車両通過時には専任ゲートオペレーターがゲートの開閉を行った（写真一1参照）。

次に、機関車は切羽に向かって軌道車両の最後方に位置していた為、掘削土やセグメント運搬の際、オペレーターは機関車の前方（切羽側）を視認することが出来ない。その為、軌道車両先端部にCCTVカメラを、機関車運転席にモニターを設け、オペレーターは前方の状況をモニターにて確認しながら運転を行う。

CCTVカメラの配線もエアブレーキホースの設置と同様に立坑部での台車切り回しを考慮し、ワンタッチジョイント等簡易に取り外しができる工夫をする必要がある（図一3参照）。



写真一 1 マンチェスターゲート (坑口部・台車部)



写真一 2 Sub-Station

- ⑧現場内低圧配線, 分電盤 (DB-Box) 設置
- ⑨負荷設備接続, 使用開始

電気設備の計画において留意する点は、安全上及び景観保護の点から高圧線の地上配線ができない。その為 Power-Grid の高圧配線は全て地下埋設となるので、計画・工事ともに時間を要する。

一般的に設計から実際に Sub-Station に通電するまで1年かかるとされており、電気設備の計画・手配は何よりも先んじて行わねばならない。また、22 kV という高圧電力を取り扱う為、LEW による検査は非常に厳しく、受電許可に時間を要する原因でもある。

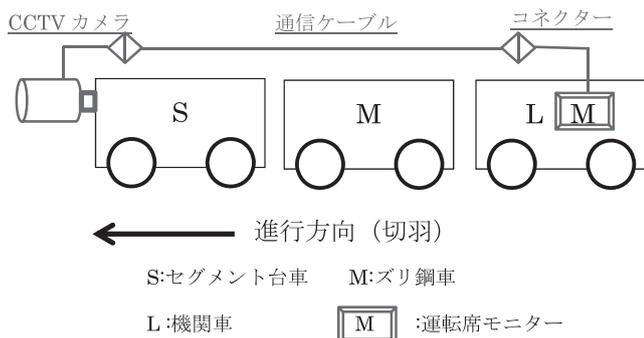
配電方式は日本と異なり三相4線式 (中性線接地方式) である。その為各相のバランスが崩れるような負荷の配線接続を行うと中性線に設置されたりレーが漏電と感知し、開閉器を遮断 (高圧側も含めて) することがある。この際も LEW はその原因が判明し、完全に改善されるまで電力の再通電を許可しない。以上の点から現場での急な停電に対する安全対策として発電機を併用使用するのが一般的である。

地上部の低圧配線では、感電防止の観点から金属部材と電線の接触を禁止している。例えば単管柵に沿って電気配線をする際には、プラスチック製もしくはゴムコーティングされた配線ラックを用いて配線しなければならない。地下埋設の際の電線管も金属管は用いず塩ビ管で行うのが一般的である。トンネル内配線も金属製の配線ラックにゴムホースのカバーをかけて行う。

また、デング熱の感染を防止するため、Switch-Room 及びコンテナの屋根部に雨水が溜らないような屋根を設置することが義務付けられている。

5. おわりに

シンガポールでは急速な少子化が進む中、増加する外国人の受入れを減らす政策へと転換した。一方で、



図一 3 CCTV システム概要図

(3) 電気関連設備

受電設備は Sub-Station と呼ばれる建物とコンテナの複合構造物によって設置される (写真一 2 参照)。

工用電力受給の流れを以下に記す。

- ①受変電設備 (現場内電気設備) デザイン
- ②電力会社 (Power-Grid) と契約
- ③現場内 Sub-Station 建屋 (Switch-Room) 設置
- ④電力会社 (Power-Grid) が Sub-Station Switch-Room まで高圧線 (22 kV) 配線・接続
- ⑤変電設備コンテナ (トランス, 低圧主幹盤) 設置, Switch-Room と配線接続, アース設備設置 (接地抵抗値 1 Ω 以下), 避雷装置 (Lightning-Protection) 設置
- ⑥ LEW (電気関係の PE) による電気設備使用前検査
- ⑦ Power-Grid による通電

今後とも高い経済活力を維持するためには、限られた労働力の生産性と安全性の向上が求められており、日本にはない安全に関する制度や工夫・取組みがある。少子高齢化社会を迎えた日本においても、労働力とその質の低下が予想され、シンガポールと同様の課題に直面しているといえる。本稿で紹介した事例が、日本国内および海外で活動している企業の労働安全向上に対して参考になれば幸甚である。

JICMA



[筆者紹介]
関本 昇 (せきもと のぼる)
佐藤工業㈱
シンガポール支店



久保田 祥一 (くぼた しょういち)
佐藤工業㈱
シンガポール支店

