

第5回 JAPAN コンストラクション国際賞 建設プロジェクト部門 受賞

# 香港国際空港第三滑走路建設プロジェクト

～空の玄関口にて日本の深層混合処理工法を世界へ向け発信～

五洋建設株式会社 国際部門 国際土木本部 すずき つぐなり  
鈴木 嗣成

## 1. はじめに

五洋建設株式会社は1896年に水野組として広島県呉市で創業した。以来、海上土木工事を中心に陸上土木工事や建築工事を手掛ける総合建設会社として事業を拡大し、2021年に創業125周年を迎えた。海外進出は、1957年インドのゴアでの岸壁工事の技術協力より始まり、1961年にはスエズ運河拡張浚渫工事に参加し、本格的に海外事業展開を始めた。

以来、東南アジアを中心に、中東、大洋州島嶼国、東欧、アフリカ等で数多くのプロジェクトを手掛けてきており、現在は1964年に進出したシンガポールに国際部門の本社機能を置き、海外事業の拠点としている。

海外事業で活躍する当社役職員数は2022年3月末現在153人、その他各地で直接雇用した外国人職員数は1,506人であり、海外プロジェクトで仕事をしたいと希望して入社した若手職員は多い。

香港では、1986年のホテル建設プロジェクトを皮切りに、鉄道トンネル・駅舎、沈埋トンネル、ホテル、病院、オフィスビル等々、海上土木工事、陸上土木工事、建築工事に幅広く取り組んでおり、海外重要拠点の一つとして事業を継続している。

当地においては、2007年に発表されたインフラ整備に関わる10大プロジェクトとともに目玉プロジェクトの一つとして、「香港国際空港第三滑走路システム」の計画・調査が進められていた(図-1)。本プロジェクトは2016年に開始し、最初の本格工事として海上の深層混合処理工法による地盤改良工事が入札公示された。

なお、深層混合処理工法は日本で開発された技



図-1 香港国際空港第三滑走路完成予定

術であり、当社は専用作業船を保有し施工実績も豊富で、かつ事前に試験施工を受注し実施していたことが発注者サイドに高く評価され、中国と韓国の企業との多国籍JVにて受注に至った。

## 2. プロジェクト概要

現在の香港国際空港は、ランタオ島北部のチェクラップコク島を切り崩し、その土砂を埋め立てて建設され、1998年に啓徳地区の旧香港国際空港から移転し開港した。2本の滑走路を持ち東アジア地区のハブ空港の一つとして、旅客数、貨物取扱量ともに開港以降順調に伸び続け、近年処理能力の上限に近づいたために、新たに第三滑走路が計画された。

第三滑走路は、既存の滑走路の北側の海上に位置し、埋立により建設される。第三滑走路および関連施設は2024年に完成予定で、2030年には香港国際空港全体で年間1億人の利用者数と、900万トンの貨物処理量に対応できる見通しとなっている（図-2）。

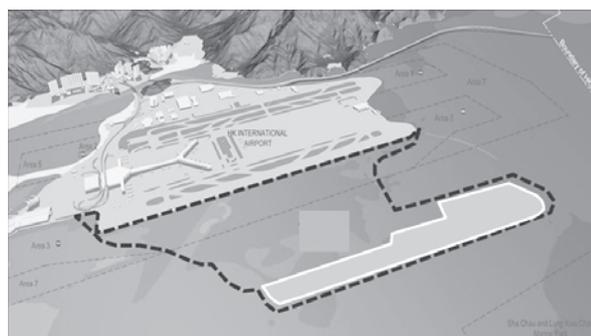


図-2 香港国際空港と第三滑走路

埋立エリアの海底原地盤は、海成粘土が20mほど堆積しており、その一部は床掘されて、その中に建設残土が投棄処分されていた。全般的に軟弱で、埋立後の沈下や、埋立地護岸の安定性に問題があったために地盤改良が必要と考えられた。

香港機場管理局は地盤改良工法の選定にあたり、水質汚濁が少なく建設残土が発生しない、埋立材料の減量化等、環境面への配慮や工期が短縮

できる等のメリットを勘案し、深層混合処理工法に着目した。訪日して実施工を視察、その後、2度にわたり工事計画水域で試験施工を実施して工法の性能を確認、その結果、深層混合処理工法がほぼ埋立区域全域にわたり採用された。

深層混合処理工法による地盤改良工事は全5工区に分割発注され、そのうちの第一工区を五洋建設（JV代表会社）、チャイナステート（香港）、ドンア（韓国）の3社で構成されるJVで施工した。

### (1) 発注者

香港機場管理局（Airport Authority Hong Kong）

### (2) 工事名

香港国際空港第三滑走路建設地盤改良工事（第一工区）

### (3) 工期

2016年8月から2019年8月まで

### (4) 施工場所

中華人民共和国香港特別行政区

### (5) 施工数量（深層混合処理工）

- ・1本あたりの改良面積 4.63 m<sup>2</sup>
- ・地盤改良杭本数 73,927 本
- ・地盤改良土量 7,312,686 m<sup>3</sup>
- ・品質確認ボーリング工 1,033 本

### (6) 土質

土質は大きく海成粘土層と海底ピット内に投棄処分された建設残土エリアに分かれており、それぞれの下層に沖積層が存在する。この沖積層の深さ-20～-30mのコーン抵抗値 $qt_c = 1.5 \sim 2$  MPa程度の地盤を支持層として深層混合処理杭を2～6mへ根入れする。各層の含水比は海成粘土層60～95%、建設残土CMP層40～80%、沖積層20～40%である。

杭形式は、4軸の改良軸による4.63 m<sup>2</sup>仕様で設計されている。設計基準強度は地盤の種類と上部構造物により分けられ、800 kPa、1,000 kPa、1,200 kPa、1,400 kPaの4種類で設計されている。

改良杭の品質確認のためのチェックボーリングは、護岸部分において護岸延長方向10mおきに

1カ所、その他の一般埋立部は、地盤改良区域2,500 m<sup>2</sup>ごとに1カ所実施した。それぞれ改良杭全長分のコアを採取し、各コアから10～25個の供試体を作成して一軸圧縮試験を行い、発現強度を確認した（写真－1）。



写真－1 チェックボーリングによるコア採取

### 3. プロジェクトのセールスポイント

#### (1) 深層混合処理船

本工事では、日本および韓国から計11隻の深層混合処理船を動員した。

日本の改良船は、改良機が1セットの単装仕様ながら施工自動化を導入した当社所有の最新鋭船「ポコム12号」である（写真－2）。

韓国の改良船は、日本の中古サンドコンパクション船を購入・改造して深層混合処理用に機装したもので、サンドコンパクション船と同様に複数の改良機を装備し、3連装あるいは4連装として稼働している（写真－3）。

連装間隔は設計の杭間隔を考慮して、4.0 m間隔を2隻、4.8 m間隔を5隻、6.0 m間隔を1隻で計画し施工を開始した。6.0 m間隔の船舶については、工事途中で4.8 m間隔へ改造した。

空港近接や環境保護などの観点より求められた工事の仕様を満たすため、施工開始前に全船に次の改造を行っている（写真－4）。

① 空港空域の高度制限があるため、改良軸を支



写真－2 深層混合処理船「ポコム12号」



写真－3 深層混合処理船-3連装「Dong Ji 7」



写真－4 改造中の「ポコム12号」

持する櫓を高さ50 m以下に改造

- ② 攪拌回数を満たすため攪拌翼を増設
- ③ 攪拌翼外周に着底型の汚濁防止枠を取り付け
- ④ 深層混合処理船の外周部に汚濁防止膜を取り付け
- ⑤ 攪拌翼周囲に水質監視システムを取り付け

- ⑥ 最高高度監視システムと GPS の取り付け
- ⑦ 自動船舶識別監視装置 (AIS) の取り付け

また、深層混合処理船にセメントを供給するために香港で台船にセメントサイロを艀装し、運搬台船 (1,300 トン積) 6 隻を準備した (写真-5)。



写真-5 セメント運搬台船

## (2) セメントと配合

本工事のセメントは主として普通ポルトランドセメントを使用し、中国広東省および日本のメーカーから調達した。それぞれのセメントについて試験練りを行い、各土質別に配合を定めた。

中国広東省からは 500 ~ 1,000 トン積み的小型セメント運搬船で搬入し、深層混合処理船に横付けて各船のセメントサイロに直接供給した。日本からは 2 万トン積みセメント運搬船で輸入し、香港領海内泊地で 6 隻の 1,300 トン積セメント運搬台船に積み替えて運搬し、深層混合処理船に供給した。

施工中に、中国からの高炉セメントの調達が可能となり、試験練り実施後に使用を開始した。高炉セメントは、各地盤との相性が良く、比較的少ない添加量で所定強度が発現した。

## (3) 施工水深と配船計画

海底地盤の深度は浅く、干潮時の水深が 2.8 ~ 5 m と小さい。深層混合処理作業後は地盤に注入したセメントスラリーにより現地盤が盛り上がり、さらに水深が浅くなる。深層混合処理船の移動に使うタグボートの喫水は 4 m ほどあり、稼働水

深を確保するために、深層混合処理杭の施工順序や、打設船の配船について盛り上がり高さを想定し打設順序を決めた。高炉セメント使用後は、セメントスラリー注入量が少なく、盛り上がり高さが小さくなったため、配船管理が容易となった。

全 5 工区の工区割の影響で隣接工区との境界が数 km にわたり長く設定されており、他工区施工後の盛り上がりの影響や、作業船アンカー位置の調整、セメント運搬船の進入経路など工区間干渉事項について綿密な調整が必要となった。施工調整のための会議は、発注者主導で各工区担当者が参加し毎週開催された。

会議では各船舶の位置情報に加え、工事許可水域、各工区境や空港の制限表面高さ等が表示されたモニタ画面が使用され、安全運航に必要な情報が共有された (図-3)。

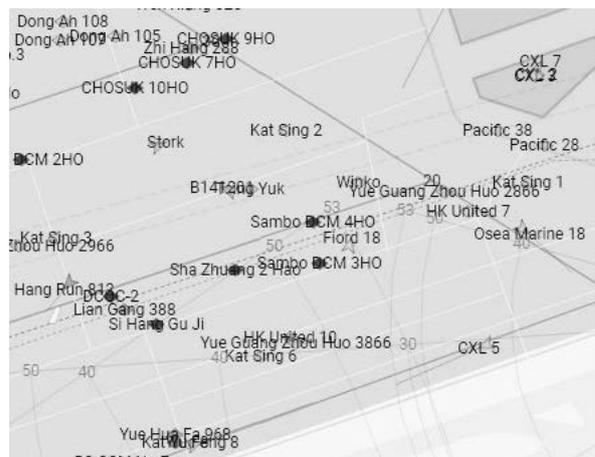


図-3 工区間調整で使用した各船の位置情報画面

## 4. エピソード

香港国際空港のあるランタオ島周辺はシナウスイロイルカ (通称ピンクイルカ) の生息区域として知られており、周辺海域ではドルフィンウォッチングの観光船が営業している。周辺海域には、イルカの保護区域として定められている水域があり、一般船舶の進入が制限されている。作業船や交通船は自船の GPS により位置を確認しながら

運航する一方、港湾当局や発注者は各船に装備された AIS により常時位置を監視した。

また、イルカが作業海域に近づくことを想定し、専門のイルカ監視員を各深層混合処理船に配置し、双眼鏡や暗視スコープで昼夜監視を行った(写真-6)。イルカが確認された場合には、イルカが見えなくなるまで数十分間作業を停止した。

また、当社 JV は、日本、香港、韓国の建設会社で構成されており、各国の固有の文化や考え方を尊重しながら JV を運営した。



写真-6 夜間イルカ監視状況

## 5. おわりに

水質や生態系保護などプロジェクト施工時の環境への配慮は、香港のみならず、隣接する中国広東省でも厳しい管理がなされている。埋立では当初もくろんでいた海砂の調達ができなくなったため、その代替として建設残土や石山の砕岩屑などを使用した。

発注者である香港機場管理局は、プロジェクト進行の障害に直面しても、設計変更によってその都度、最適化を図るマネジメント手法を用いて工程管理を行っていた。第三滑走路は当初計画どおりに供用開始できる見込みであり、プロジェクトの先陣を切った当社 JV がその一助となれたのであれば幸甚に思う。

最後に本工事に、ご協力・ご指導いただいたすべての関係者の皆さまに深く感謝いたします。