

海外製の垂直コンベヤと遠隔操作可能なセグメント運搬車

行川 起央* 坪井 広美*
Okio Namekawa Hiromi Tsuboi

1. はじめに

大断面、長距離シールド掘削工事に使用する土砂搬送や資材搬送設備は掘進サイクルの重要なポイントとなる。現状、国内で大容量の垂直コンベヤや高速走行の可能な運搬台車を調達するには、実績が少なく新設計となり、時間と費用が多大になる。そこでグローバルな視点を持ち、海外で実績のある業者より調達することにより、海外の経験豊富な優れた技術を受け入れ、現場の生産性向上を目指すものである。選定根拠と機械の特徴について報告する。

2. 工事概要

横浜湘南道路は、3環状道路の一番外側、首都圏中央連絡自動車道（圏央道）の一部である。本工事は、藤沢IC～栄IC・JCT（仮称）間を結ぶ7.5 km区間のうち、約5.4 kmの上り線・下り線をφ13.59 m泥土圧シールド機を2台で構築するものである。

1. 工事件名 横浜湘南道路トンネル（その2）
2. 発注者 国土交通省関東地方整備局
横浜国道事務所
3. 工事箇所 自）横浜市戸塚区小雀町
至）藤沢市城南4丁目
4. 工期 平成31年3月19日～令和3年3月31日
5. 受注者 西松戸田奥村特定建設工事共同企業体

3. 垂直コンベヤの採用

(1) 垂直コンベヤについて

トンネル坑内から連続コンベヤにより搬出された掘削土を立坑（深さ40m）上に垂直方向に運搬するベルトコンベヤ設備である。現場配置を図-1に示す。

(2) 垂直コンベヤの選定

垂直コンベヤの選定にあたり、国内外業者の比較検討を行った（表-1）。搬送能力はシールド機の最大掘進速度より600 m³/h（1080 t/h）とした。ベルト方式のFベルトとは、フレックスベルトを示し、蛇腹式の波棧と中棧を装備した垂直コンベヤ専用のベルトである（図-2）。国内メーカーは様々な土質に対応する為にシール性を向

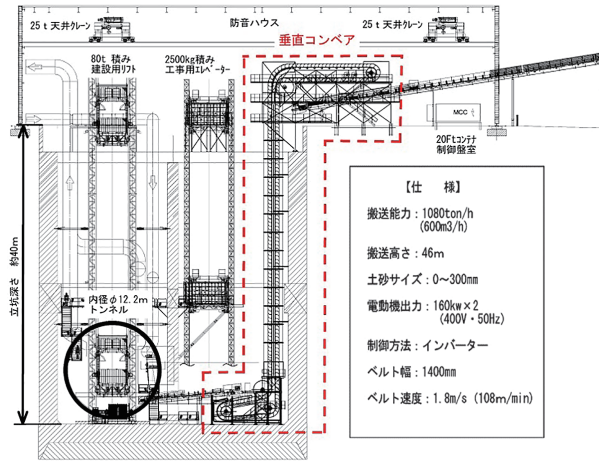


図-1 垂直コンベヤ配置図

表-1 垂直コンベヤ業者比較表

	Marti社	海外A社	国内 B社	国内 C社
搬送能力(m ³ /h)	600	600	600	270×2台
ベルト方式	Fベルト	Fベルト	F+平ベルト	F+棧付ベルト
ベルト幅(mm)	1400	1400	1600	1200
出力(KW)	2×180	220	220+132	4×55
対応礫径(mm)	300	200	200	200
回収ベルコン	下部に1台	上部に1台	下部に6台	別途設計
製作費	◎	◎	○	✖
現場組立費	◎	✖	○	○
現場実績	多い	多い	数ヶ所	無し
国内窓口	無し 日本語可	東京	大阪	東京

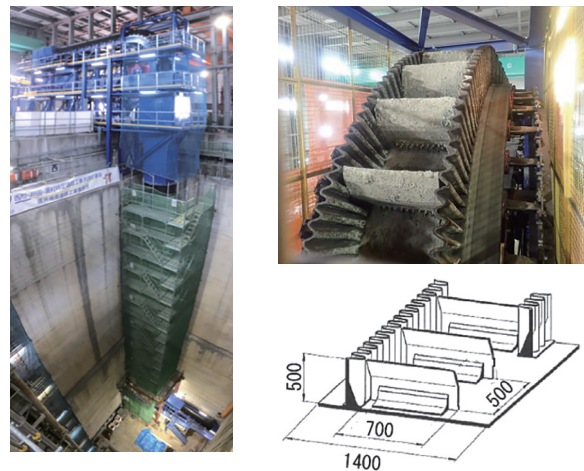


図-2 垂直コンベヤ全景とフレックスベルトの写真と詳細

上させるシールベルトを装備しているが、海外では土質が均一である事が多く、逆に機構が複雑になりトラブル要因となる為シールベルトは装備していない。選定のポイントはシールドの進行を妨げるベルコン停止トラブルが少ないコンベヤシステムであることである。

Marti（マーティ）社のコンベヤは大型のFベルトを装備し、運搬可能礫径においても有利であった。また出力も余裕が有りトラブルが少ないと想定された。さらに、設置工事を含めたトータルコストでも最安値であった。Marti社はスイスの大手建設会社であり、シールド掘進機やコンベヤの製造者でもある。80社以上のグループ企業から成り、ヨーロッパ、中国、インド他で6000人以上

* 関東土木（支）横浜湘南道路（工）

を雇用している。コンベヤは500 km以上の製作実績があり日本への納入実績も数件あった。心配されることは、Marti社は日本に営業窓口やサービス体制が無いことから、部品供給のが可能かどうかであった。採用に当たり、香港の現場視察や中国、スイスでのコンベヤ製造工場視察を行い製品の確認をした。駆動部や電気制御品はスイスやドイツ製で信頼性があり、ネットで遠隔運転監視やプログラム修正も可能であった。サポートは日本語の通じるスタッフが香港事業所に常駐している。現場としては、サービス面でのリスク、デメリットがあったが、それを超えるコストメリットや海外技術の導入による生産性向上という点でMarti社を採用した。

(3) Marti社垂直コンベヤ特徴

Marti社の垂直コンベヤの特徴を以下に示す。

- ・土砂回収ベルコンを底部に設置、こぼれた土砂を動力無しに回収可能。
- ・トラブルの原因となる土砂詰まり対策としてベルト自動洗浄装置や2連式ノッキングプーリーを装備。
- ・中央制御室で遠隔で他社コンベヤと連動運転が可能。

4. 遠隔操作可能なセグメント運搬台車の採用

(1) セグメント運搬台車の選定

従来、セグメントなどの資材搬送はバッテリー機関車が一般的であり、走行速度は最大で8~12 km/hであった。本現場では、床面が平らであることからタイヤ走行が可能なフランスのMetalliance（メタリアンス）社のTSP（図-3）と呼ばれるタイヤ式の資材運搬台車を採用した。

Metalliance社はフランスの重車両メーカーであり、トンネル工事に使用される資材搬送車両を製造している。同社では、最大180t積載可能な機種を製造しており、現在まで約300台を世界各国へ納めているが、日本への納入実績は無かった。

TSPは最大18 km/hで積載走行でき、ディーゼルエンジンの為、燃料の給油時間が短く、長距離走行が可能な利点がある。TSPは海外の地下鉄工事で多く採用されており、コスト的にも安価であった。今回事前にフランスの工場視察および設計打合せを行い、また新たに日本の窓口商社を探し導入に至った。

(2) TSP (Train Sur Pneu / タイヤ式列車) について

タイヤ式台車が複数連結された車両で、用途はセグメントや資材の坑内搬送である。当現場では坑内に100 mRの急曲線があったり、シールド機の回転立坑部で13 mRのUターン走行が必要であり（図-4）、3両連結式とした。積載能力は80tで、前後に運転席を装備する（図-5）。

(3) Metalliance社セグメント運搬台車特徴

Metalliance社セグメント運搬台車の特徴を以下に示す。

- ・自動誘導モード（無線操作可能）
急曲線や狭隘な所で、設置済みの左右ガイド板の間を常にセンター走行するように自動的にハンドル操作して



図-3 TSP 全景

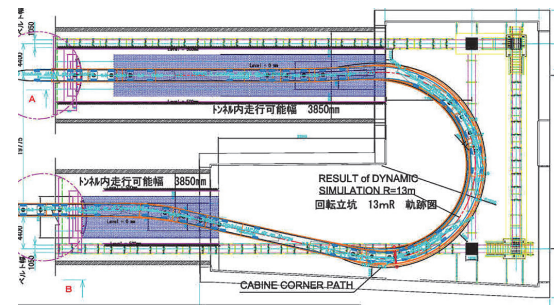


図-4 回転立坑部 13 mR 軌跡 平面図

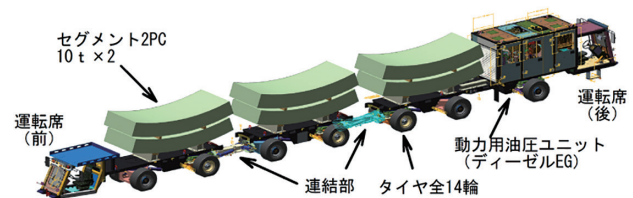


図-5 TSP 構成図



図-6 自動誘導状況



図-7 リモコン

くれる（図-6）。運転手はアクセル操作だけ行い、セグメント受け渡し時の位置調整など難しいハンドル操作も無しで運転できる。また無線操作も可能で、セグメント受け取り時、吊荷のセグメントの下へTSPが進入する際、運転手は運転席から離れリモコン（図-7）で自動誘導できるので吊荷の下に入ることなく安全確保に役立つ。

・様々な走行モード

上記の他に、車輪の切れ方により、通常モード、前後タイヤが逆に向く急曲線モード、カニ走りするクラブモード、先行する車輪と同じ軌跡を通るシングルトラックモード、等様々なモードを備えており利便性が高い。

5. おわりに

現在、本掘進後150mほど進んだだけであるが両機械ともマイナートラブルはあるものの、大きなトラブルは無い。性能、耐久性、サービス体制など、今後の稼働において評価していく所存である。