

# 省スペース型垂直土砂搬送装置

— 鉄道建設工事への適用 —

平井 幸雄・高橋 浩史・金井 孝行

都市部における地下施設の施工では、掘削土砂を狭いスペースから効率よく搬出する技術が求められている。横浜市で施工中の鉄道建設工事では、掘削土砂の搬出用開口部が $2\text{m} \times 1.8\text{m}$ と小さいことから「省スペース型垂直土砂搬送装置」を導入している。本装置は搬送ケースが $1.24\text{m} \times 0.88\text{m}$ と小口径なため、狭隘な場所で安全かつ連続的に土砂搬出を行うことができる。

本報文では、装置の概要および鉄道建設工事への適用について報告する。

キーワード：垂直土砂搬送、省スペース、安全、小口径、チェーン、プレート

## 1. はじめに

都市部の地下掘削工事等では、狭隘な地上空間において交通の妨げにならない土砂排出用開口部を確保し、昼夜にわたり安全に効率よく土砂を搬出することが求められている。

東急建設株式会社と昭和機械商事株式会社は、小口径のケーシング内を連続的に移動する連結プレートにより、効率的に土砂を搬送する「省スペース型垂直土砂搬送装置」を実用機として共同開発し、現在施工中である横浜市の鉄道建設工事に導入した<sup>1)</sup>。

本報文では、装置の概要および現場への適用について報告する。

## 2. 装置の概要

### (1) 構造

装置の設置イメージを図-1に、装置下部の構造を図-2に示す。

本装置は、2本のケーシングからなる搬送ケース、搬送プレートを一定ピッチで連続して取付けた2本のチェーンおよびチェーン駆動装置から構成される。

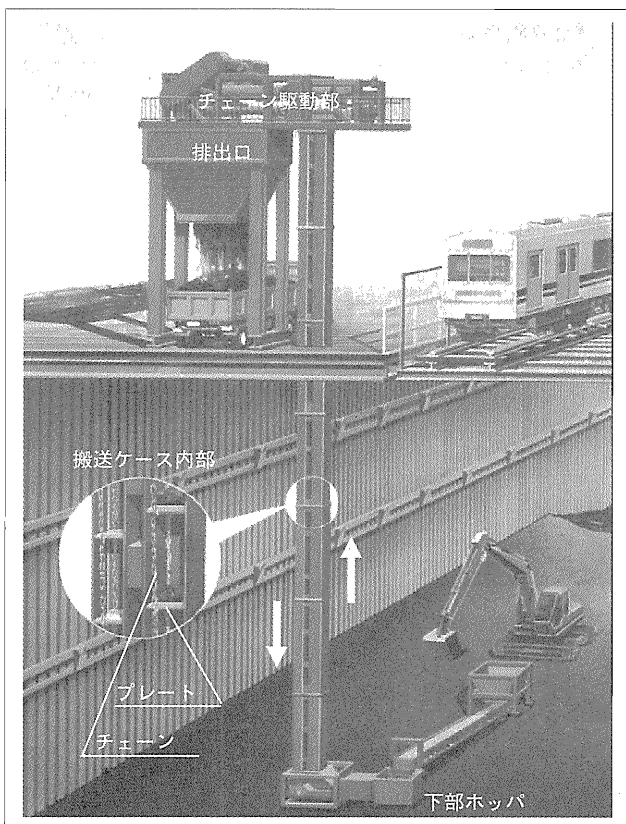


図-1 垂直土砂搬送装置設置イメージ図

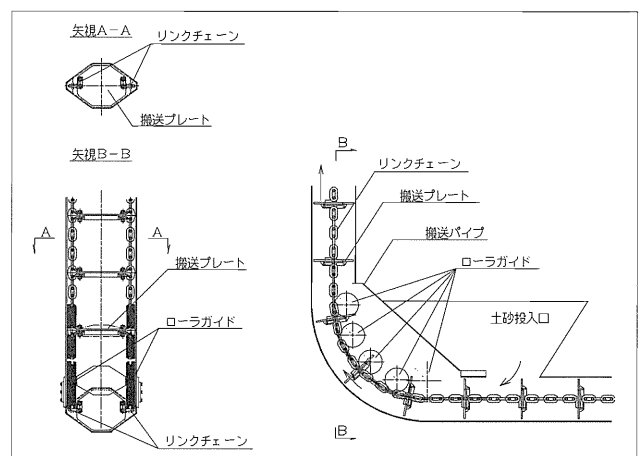


図-2 装置下部構造図

(2) 搬送原理

装置下部のホッパに投入した掘削土砂は、チェーンに取付けられたプレートにより順次掻揚げられ、連続的に一方のケーシング内を移動し、排出口から排土される。

排土が終わったプレートは、残る一方のケーシングを使って再び地下に戻る。

(3) 特長

装置の特長を以下に列挙する。

- ① 土砂搬送部は搬送ケース分 (1.24 m×0.88 m) の省スペースで設置可能
- ② 密閉された搬送ケース内を土砂が移動するため、土砂のこぼれがなく効率よく安全に搬送可能
- ③ 下部ホッパに投入された土砂を一定量ずつ搬送する機構のため、土砂定量供給装置が不要
- ④ 搬送ケースとチェーンを継足すことにより順次地下への延伸が可能
- ⑤ 搬送ケースを途中で捻ることで土砂投入部と排出部の設置方向の変更が可能

3. 鉄道建設工事への適用

(1) 工事概要

装置を導入した、横浜市高速鉄道4号線日吉駅建設工事は、横浜環状鉄道(市営地下鉄4号線)中山～日吉間の起点である日吉駅を東急東横線日吉駅の下に建設するものである。

垂直土砂搬送装置の揚土対象となる慶応大学側の施工は、山岳トンネル工法により実施される。揚土予定土量は約15,000 m<sup>3</sup>、地質は固結シルト主体で一部砂層が介在する。

(2) 装置の採用経緯

本工事におけるトンネル掘削土砂の搬出箇所は、東急東横線日吉駅前の道路中央部に設けられた作業帯内に位置している(写真-1)。

従来のクラムシェルによる土砂搬出作業の場合は、土砂搬出用開口部を横断歩道付近に設ける必要があり、夜間に作業帯を拡幅して土砂搬出を実施する必要がある。

本工事では坑内スペースの関係上、掘削土砂の搬出を昼夜にわたり効率よく行うためには、常設作業帯内より土砂搬送を実施する必要がある。

常設作業帯内に確保できるトンネル工事用の土砂搬出用開口部は2 m×1.8 mと非常に小さく、そのため



写真-1 土砂搬出場所全景

狭隘なスペースで設置可能な「省スペース型垂直土砂搬送装置」の導入に至った。

(3) 仕様

本工事に導入した装置の仕様を表-1に示す。

表-1 装置の仕様

搬送能力	60.0 m <sup>3</sup> /h
搬送速度	1.2~12 m/min
電動機出力	37 kW, 200 V (インバータ仕様)
搬送プレートピッチ	600 mm
搬送ケース断面	1,240 mm×880 mm
揚程	30 m

最大搬送能力は60 m<sup>3</sup>/hであり、インバータ制御により搬送速度は1.2~12 m/minまで可変できる。

搬送ケース断面は1.24 m×0.88 mと小口径であり、土砂搬出用開口部に対し十分余裕がある。

運転操作は、地上部および土砂投入部(立坑下)にて可能としている。

(4) 設置

装置の設置は昼間作業にて実施し、試運転調整を含め実稼働日数で7.5日であった。最大吊り荷重は上部

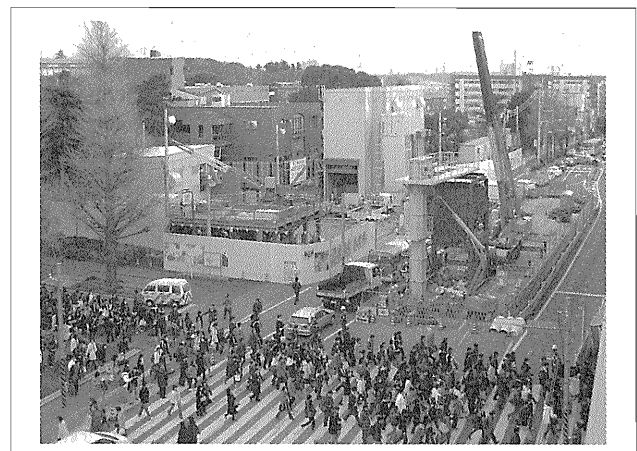


写真-2 設置状況

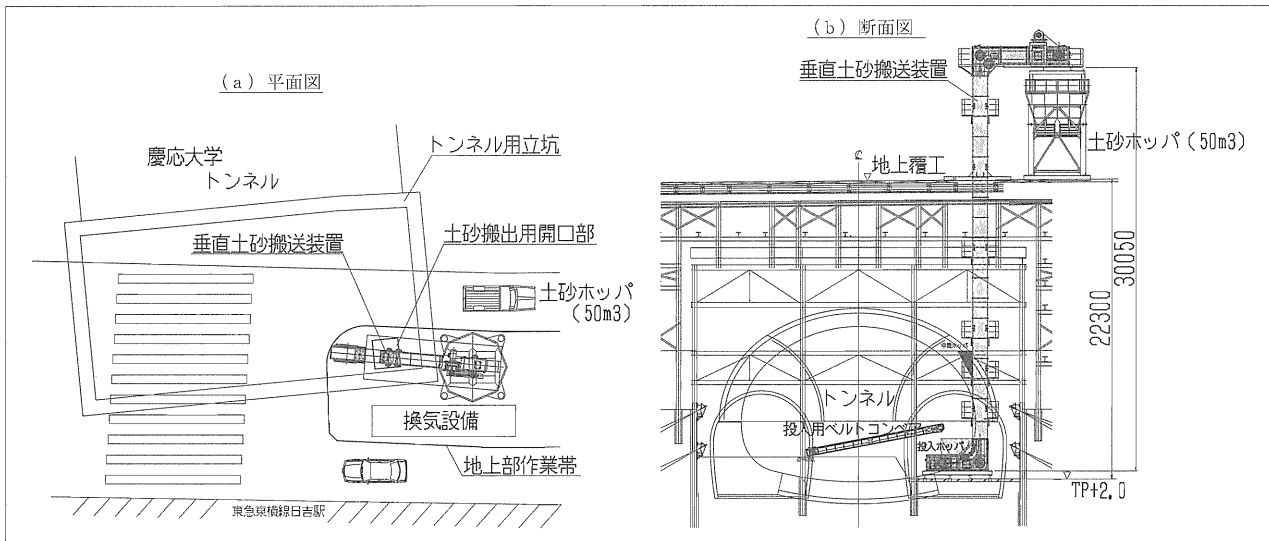


図-3 装置設置図

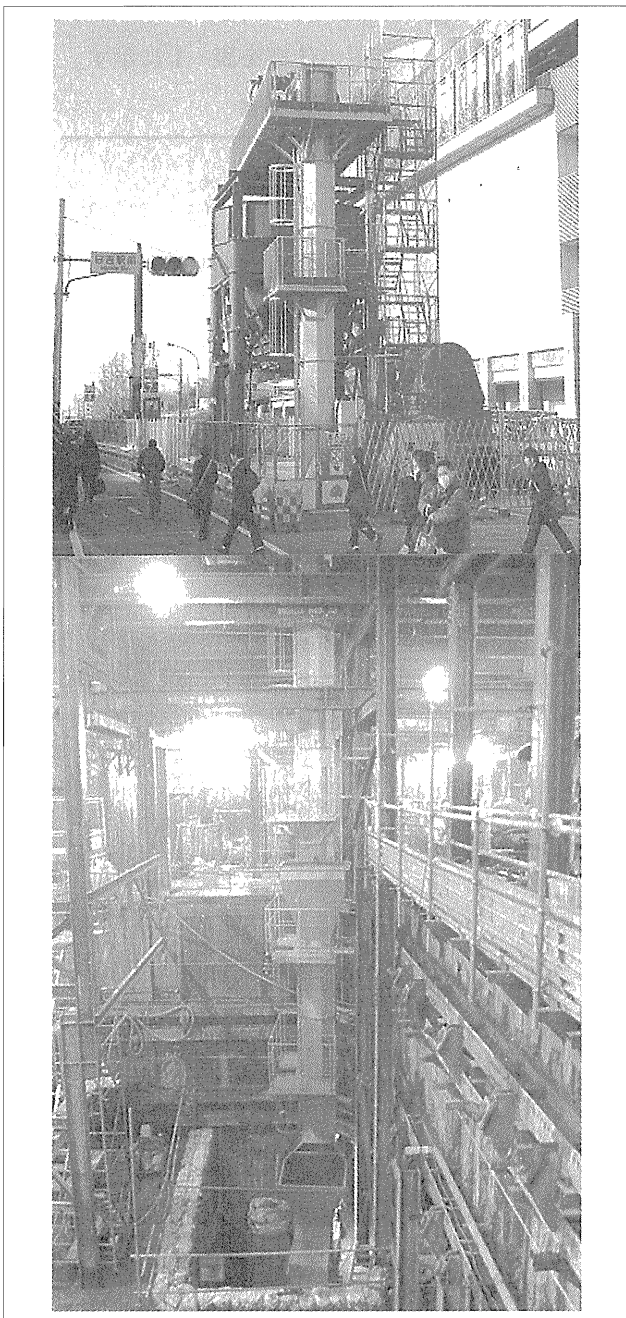


写真-3 装置設置状況

駆動部の7.6tである。

設置状況を写真-2に、設置図を図-3に、設置完了写真を写真-3に示す。

(5) 施工実績

トンネル工事の総掘削土量は約15,000 m<sup>3</sup>で、平成



写真-4 土砂積み込み状況

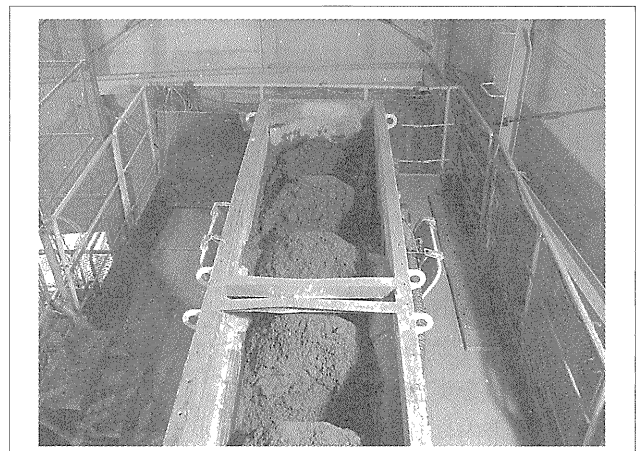


写真-5 装置上部土砂搬送状況

17年3月18日より、本年9月までの間に本装置で搬送した土量は約5,000 m<sup>3</sup>である（6月～8月までの3か月間は覆工作業のため掘削作業は一時中断）。

最大搬送量は約190 m<sup>3</sup>/日、時間あたりの最大搬送実績は、約50 m<sup>3</sup>/hであった。

土砂積込み状況を写真-4に、土砂搬送状況を写真-5に示す。

(6) 安全装置

非常停止ボタンを、地上・地下部の運転場所の他、装置最上部、中間ホッパ部に設置した。

操作回路にはモータの過電流保護装置を設置し、オーバーロード時に装置が自動停止するシステムとした。

また、土砂ホッパ部には光電センサ、機械式センサ、モニタを組合せた土量監視システムを導入した。当システムは土砂ホッパ内土量を段階的に把握し、各段階にて警報作動および装置停止を自動的に実施する安全システムである。表-2に作動範囲を示す。

表-2 土量監視システム作動範囲

段階	ホッパ容量	警報作動 (自動)				機械停止 (自動)	
		回転灯青	回転灯黄	回転灯赤	サイレン	投入用ベルトコンベヤ	垂直土砂搬送装置
第1段階	70%	○			○		
第2段階	90%		○		○	○	
第3段階	100%			○	○	○	○
第4段階	105%				○	○	○
最終						人力停止	人力停止

※第1段階警報作動時には土砂搬出作業を一時中断

4. おわりに

今後、都市部における地下施設の施工では、狭隘なスペースにおいて、周辺環境に配慮し、安全でより効率的に土砂を搬送する技術が求められる。本装置はその要求を満足する機械として、当工事にてその成果の確認が期待される。

今後は、各種データの収集、蓄積を行うと共に、市街地におけるトンネル工事や再開発事業の大規模掘削工事に対し同装置の適用を図る所存である。

最後に本装置の開発、現場適用にあたり、ご協力いただいた関係各位に対し感謝致したい。 JCMIA

《参考文献》

- 1) 建設の施工企画, 2005年7月号, pp.56-57

【筆者紹介】



平井 幸雄 (ひらい ゆきお)  
東急建設株式会社  
技術本部  
機械技術部  
機電エンジニアリンググループ  
グループリーダー



高橋 浩史 (たかはし ひろふみ)  
東急建設株式会社  
技術本部  
機械技術部  
機電エンジニアリンググループ  
課長



金井 孝行 (かない たかゆき)  
東急建設株式会社  
技術本部  
機械技術部  
機電グループ  
4号線日吉作業所勤務