

## 22. 垂直土砂搬送装置の開発

東急建設(株)：光永 純一・三沢 輝久  
\*安藤 喜敏

### 1. はじめに

地下掘削工事に伴う残土搬出は、一般にクラムシェルや垂直コンベアにより行われているが、設置スペースが大きい、土砂のこぼれや落下による危険や周辺の汚れがある、騒音・振動などの公害発生要因となる、など多くの問題点を抱えている。さらに今後地下開発はますます大深度化・大規模化していく傾向にあることから、省スペースで効率良く安全に残土搬出が行える工法・装置が求められている。

このたび、パイプ内を円盤状の搬送プレートを牽引移動させることにより、連続して土砂を搬送する『垂直土砂搬送装置』を開発し、試作機による土砂搬送実験の後、実用機を田園調布駅改良工事に導入したので報告する。

### 2. 装置の概要

垂直土砂搬送装置はケーシングとなる搬送パイプ、円盤状の搬送プレートを一定ピッチで連続して取付けたショートリンクチェーンおよびチェーンの駆動装置から構成されている。

搬送プレートを連続して取付けたチェーンをパイプ内に挿入し、駆動装置で牽引することにより、パイプ内をチェーンに取付けられたプレートが移動し、パイプ内に投入された土砂を順次プレートで掻揚げ、連続的にパイプ内を搬送し、排出口から排土する。

### 3. 装置の特徴

- ① 土砂搬送部がパイプ2本だけのため省スペースである。
- ② 土砂はパイプの中を搬送されるため、搬送途中での飛散落下がなく、また覆工板上の開開口部がなくなるため安全性が高い。

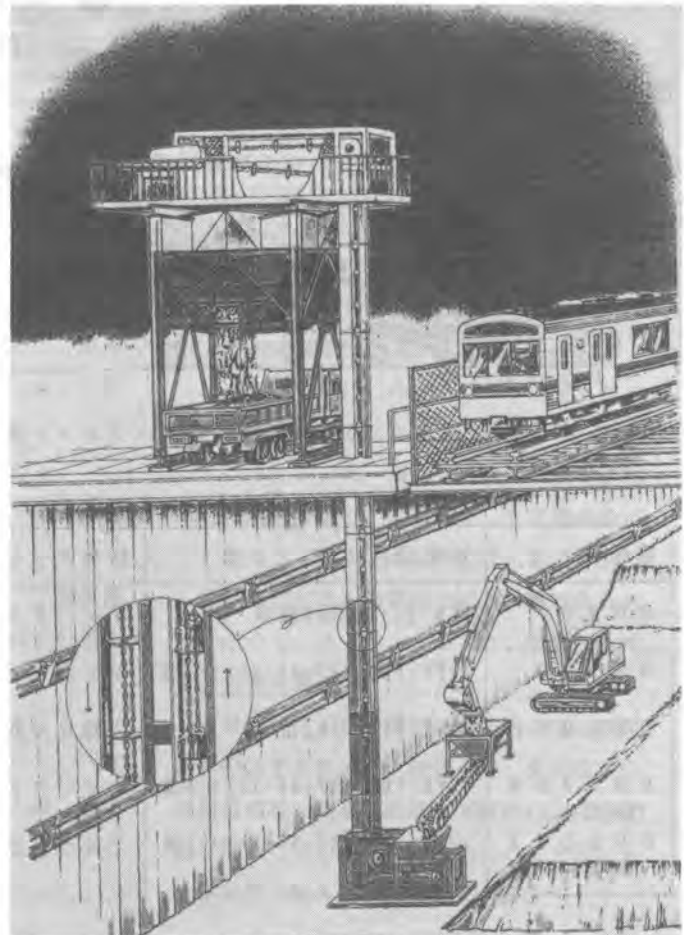


図-1 装置概要図

- ③ 搬送途中での土砂のこぼれがないため周辺を汚すことなく効率良く搬送できる。また、連続搬送のため大深度でも能力が低下せず、効率の良い土砂搬出ができる。
- ④ 構造が単純であるため、取扱い、保守管理とも容易に行える。
- ⑤ 立坑掘削時等、掘削の進行に応じて順次地下へ延伸していくことができる。
- ⑥ 搬送土砂が金属同志の直接接触を防ぐことによって、騒音・振動を比較的強く抑えられる。
- ⑦ 垂直方向に限らず、水平・斜め方向の搬送にも対応できる。



写真-1 プレート・チェーンと駆動装置



写真-2 開口部がなく省スペース

#### 4. 工場実験

垂直土砂搬送装置の ①時間当たり土砂搬送能力、②プレート間の土砂充填率、③土質に対する適応性、④騒音・振動を確認するため、実験装置を試作し土砂搬送実験を行った。

搬送する土砂には ①砂、②粘性土、③砂礫の3種類の現場発生土を用いた。チェーン速度を変化させてプレート1ピッチ当たりの搬送土砂量を測定し、土砂充填率、時間当たり土砂搬送能力を算出した。

表-1 試作機仕様

搬送パイプ	SGP 250A
プレート	外径：φ220 mm 取付ピッチ：880 mm
チェーン	呼び寸法：H1655
駆動装置	11 kw 無段変速機
揚程	約 10 m

表-2 騒音・振動測定結果

条件	騒音	振動
無負荷運転	59 ㏩	39 dB
負荷運転	58 ㏩	38 dB
暗騒音・暗振動	56 ㏩	35 dB

搬送土砂は砂と粘性土の混合土  
測定距離：30m

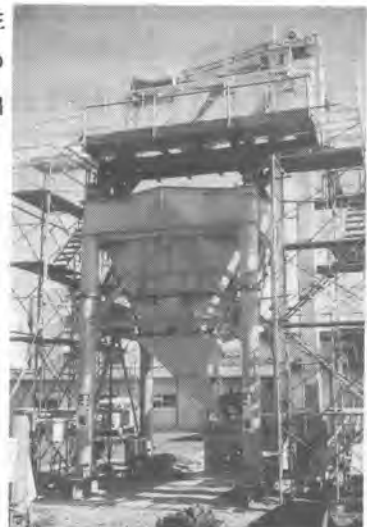


写真-3 実験装置

今回の実験結果を図-2、3および表-2に示す。

この結果から、チェーンの速度としては  $v=20\sim30$  m/min、充填率としては  $\eta=40\sim60\%$  程度に設定するのが適当と思われる、また搬送パイプとしてSGP 250 Aを用いた場合、時間当たり搬送能力としては、 $Q=35.0\text{m}^3/\text{h}$  程度と考えるのが妥当と思われる。土質的には湿った砂質土やシルト質の土砂が最適であり、粘性土は搬送プレートへの付着防止対策、砂礫は充填率を抑える必要がある。また騒音・振動は土砂搬送中の方が低い。

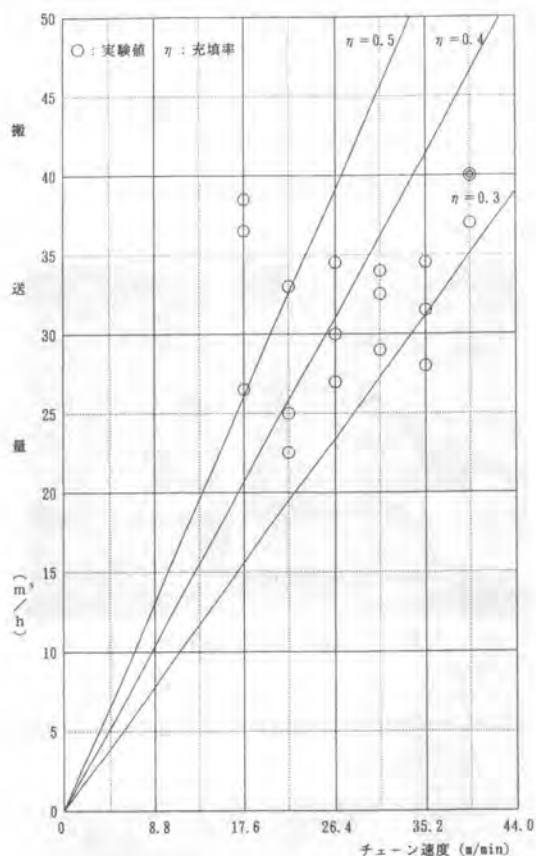


図-2 チェーン速度と土砂搬送量

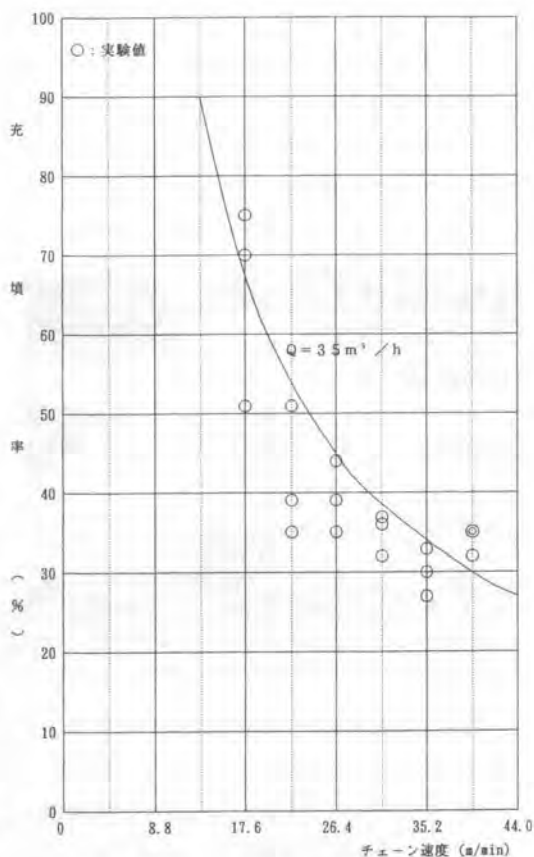


図-3 チェーン速度と土砂充填率



写真-4 土砂排土状況

## 5. 現場導入

実用機を導入した工事は、東急東横線の抜本的な輸送力増強対策としての東横線複々線化工事に伴う田園調布駅改良工事で、駅部を含んだ460mを地下化するものである。地下掘削に当たっては、従来の路線を軌道仮受桁に切替え、その下部を順次掘削し地下構造物を築造する。

垂直土砂搬送装置により揚土したのは床付面までの最終掘削部分で、土質は凝灰質シルトおよびシルト質粘土の2層からなり、土質試験の結果によれば粘着力 $0.7 \text{ kg/cm}^2$ 、含水比 100~150%以上という取扱いの難しい粘性土が主体となっている。

掘削は、 $0.25 \text{ m}^3$  級のショートリーチと $0.12 \text{ m}^3$  級のミニバックホウで行い、投入ホッパで塊を小割りした後、600mm幅ベルトコンベアを用いて横引きし、覆工上に設置した垂直土砂搬送装置により $35 \text{ m}^3$  土砂ホッパへ揚土する。

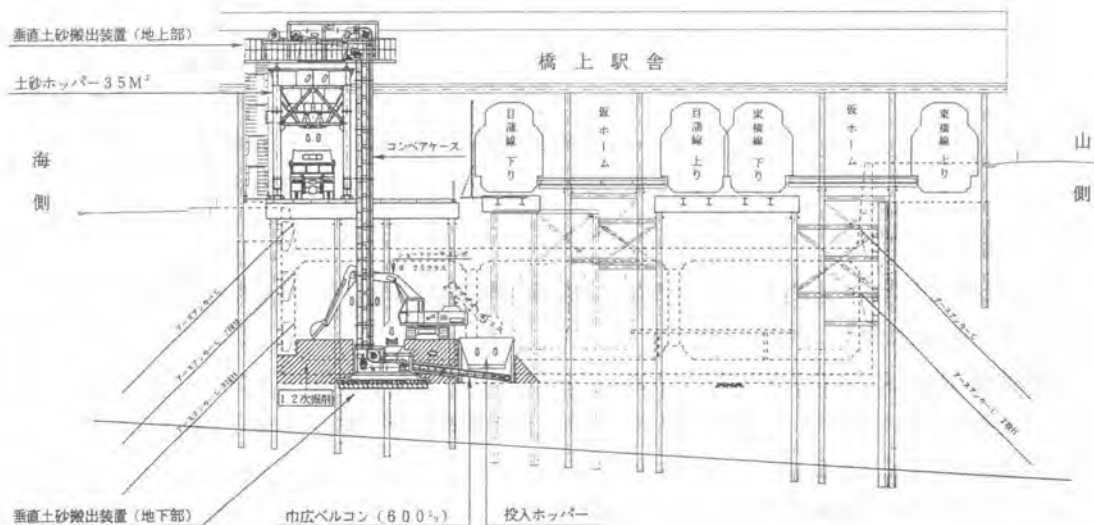


図-4 垂直土砂搬送装置設置部断面図

表-3 実用機仕様

搬送能力	40m <sup>3</sup> / h (充填率 40%)
搬送パイプ	SGP 300A
プレート	φ275mm(鉄板) φ285mm(樹脂) 取付ピッチ 880 mm
チェーン速度	27 m/min
駆動装置	ギヤードモータ 22 kw×6 P
揚程	20 m

垂直土砂搬送装置は本年2月現場に設置し、4月までの3か月間稼働した。掘削場所が仮受け杭、中間杭などが輻輳している部分であったため、主としてミニパックホウによる掘削積込みとなり、装置の能力としては十分な余裕があった。この間の稼働日数は40日で1日平均搬出量は75 m<sup>3</sup> / 日、最多搬出量は98 m<sup>3</sup> / 日であった。問題点としては、掘削からダンプへの積込みまでの一連の残土搬出過程で、掘削土が軟粘土化し付着することで、状況に応じ作業員を配置せざるを得なかった。



写真-5 装置地上部

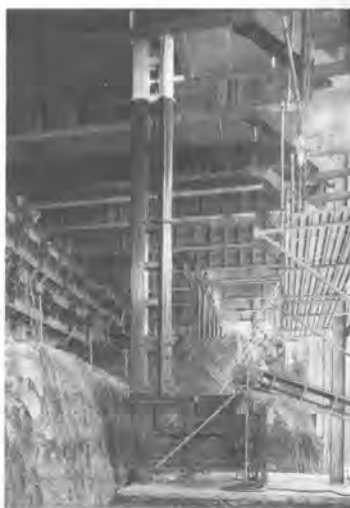


写真-6 装置地下部

## 6. おわりに

地下空間の開発は今後ますます活発化すると予想され、残土搬出についてもより高度化した装置が求められている。

今回、狭いスペースで安全に効率よく残土を搬出するという当初の基本目標は達成できたと考えているが、未解決の課題も残されており解決に向け検討を進めるとともに、適用分野の拡大を目指し、今後とも改良改善に努めていきたい。