

22. 逆打ち工事における土砂フィーダ装置の開発

東急建設(株)：*大矢 和久、西尾 仁、
木村 喜代司

1. はじめに

近年、都市部の建築工事における狭隘な敷地条件への対応や工期短縮を目的として逆打ち工法を採用する機会が少なくない。東京都渋谷区における「渋谷桜丘町プロジェクト新築工事」(セルリアンタワー新築工事、地上41階、地下6階、延床面積約106,000㎡)においても逆打ち工法が採用された。この工法は1階が作業床として早くから利用でき、地上階と地下階が同時進行できるため工期の短縮が図れるなどの長所がある一方、地下階の作業が床下になるため作業能率が低下し、作業環境が悪くなるという問題が指摘されている。同工事における地下工事は根切り面積約9,000㎡、最大掘削深さ約36mと、建築工事においては国内でも最大規模の逆打ち工事であり、躯体工事との同時進行で地下の掘削工事が行われるため、掘削発生土の搬送動線の確保と諸設備の選定及び工夫が重要であった。

本稿では今回開発した、掘削発生土の搬送システムの概要と主要機器である土砂フィーダー装置について報告する。

2. 逆打ち工法における土砂搬出計画

地下工事の根伐掘削は0次～7次に分けられ、この間に発生する計画土量は約265,000m³におよぶ。根伐掘削初期の0～3次根伐は開口が確保でき、クラムシェルバケット等で直接土砂を地上階へ搬出できるものの、4～7次根伐時には地上階の高層部躯体が立ち上がるため、地上部の揚土開口部は2箇所しか確保できない。土砂搬出計画としては、1日当たり1,000m³を予定した。ダンプの積込み量から1日の搬出台数は約166台となり、2箇所からの搬出であるので搬出可能な作業時間(7時間)から、搬出に要する時間は約6分以内/2台と想定された。したがって1箇所・時間当たり70m³の土砂を地下階において滞る事無く、水平搬送しなければならなかった。

具体的手順としては、B3F床上に9箇所開口部を配置し、B4F～B6Fでの発生土砂を一旦B3Fに揚重し、この床上を搬送経路として地上部揚土開口位置まで水平運搬することとした。図1に本工事における地下階掘削土砂の搬出経路を示す。

- ① 掘削は主にショートリーチバックホウを用いて上部スラブ開口域まで移送し、集積する。

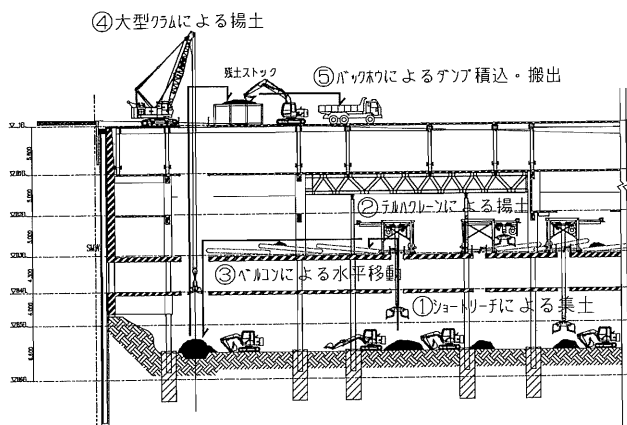


図1 土砂搬出経路

- ② 1.6m³油圧グラブを搭載した移動式テルハクレーン（以下油圧グラブ）をB3Fスラブ開口部に設置して土砂を揚重する。
- ③ B3F床にベルトコンベアを設置して水平搬送する。
- ④ 地上に配置した3.5m³クラムシェルにより、地上の残土ストック用ベッセル（容量150m³）に揚土する。
- ⑤ 積み込み用バックホーにより大型ダンプへ積み込み、場外へ搬出する。

なお、地上開口部が2箇所なので、3.5m³クラムシェル、残土ストック用ベッセルはそれぞれ2基用意した。

3. 事前検討および装置の開発

B3Fスラブ開口部に設置した油圧グラブからベルトコンベアへの乗り継ぎ部が、スムーズな土砂搬送の重要なポイントと予想された。

3. 1 油圧グラブからベルトコンベアへ直接移送する方法の検討

B3Fにおける天井高さの制限として、油圧グラブ高さを最小3,300mmに配置しなければならず、そのときベルトコンベアの土砂受け取り有効高さは600mm以下としなければならなかった。油圧グラブより直接ベルトコンベアへ載せるには土砂容量から幅1,500mm以上のベルトコンベアが必要で、これは高さが700mm以上となるため、幅750mmの薄型・中折れ・耐衝撃荷重平型インパクトキャリアローラ（可変速制御式）の特注ベルトコンベアを並列に2台配置（図2）する方法を計画した。

現場へ導入する前に試作機による実証試験を実施した結果、以下の問題点が判明した。

- ① ベルトコンベアへ土砂を積み込む際、土砂の落下衝撃と重量により大きな抵抗が生じ、停止してしまう。
- ② ベルトコンベアが2連のため合流部にホッパーシュートを設けたが、そのシュート口に土砂が堆積して閉塞してしまう。
- ③ ベルトコンベア中折れ部において土砂抵抗によりベルトが逸脱する。
- ④ 汎用品ではなく特注品のため、1基当たりのコストが高価となる。

以上の結果より、土砂連続搬出の信頼性と運用コストに問題があり、ベルトコンベアへの土砂の直接投入は見合わせる事とした。そこで土砂を仮置きテーブルに一度受けた後ベルトコンベアに投入するという、油圧グラブの断続運搬とベルトコンベアの連続運搬の整合性を図るフィーダー装置の開発を検討した。

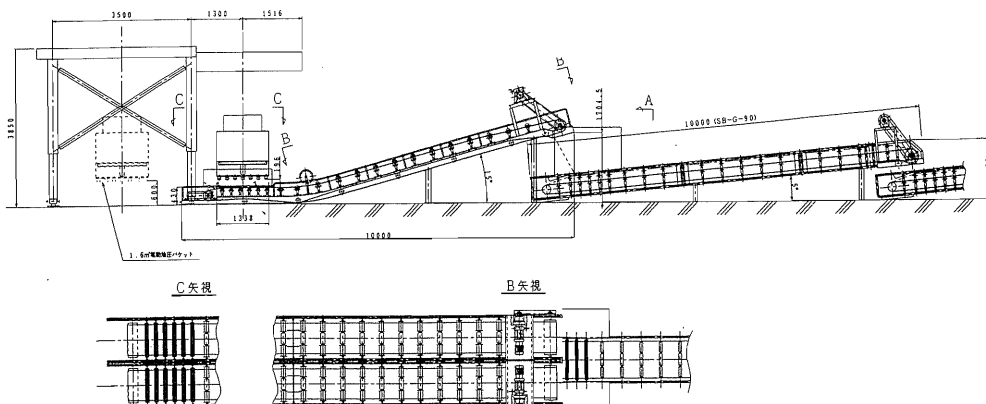


図2 薄型中折れ特注ベルコン（2連）

3. 2 土砂フィーダ装置の開発

装置を開発するに当たり、以下の項目を目標とした。

- ① 運転に関して省人化・自動化を図る。
- ② 土砂フィーダ装置の機械高さを最大 600mm 以下とする。
- ③ 最大土砂積載量 3,000Kg とする。
- ④ ベルトコンベア積み込み時間および積み込み土量特性の調整を可能とする。
- ⑤ 装置の低コスト化を図る。

本装置は 1.6m³油圧グラブによる土砂の断続運搬とベルトコンベアという連続運搬の異なる搬送特性の整合を図るもので、構造としてはヒンジ式翼型テーブル（ベッセル）を油圧シリンダにてダンプアップさせるものである。

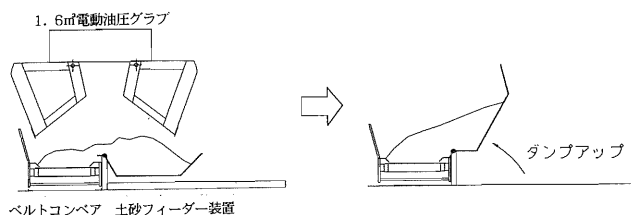


図4 土砂フィーダ装置イメージ図

土砂フィーダ装置はベルトコンベアの横に設置し、両者にまたがる形で油圧グラブの土砂を投入する方式とした(図4に土砂フィーダ装置のイメージ図を示す)。これにより油圧グラブより直接ベルトコンベアに載る土砂量はおよそ 1/4 程度となり、残り 3/4 の土砂は土砂フィーダ装置で受け、土砂の積み込み時におけるベルトコンベアに及ぼす衝撃荷重が大幅に軽減された。土砂フィーダ装置上の土砂は、油圧グラブが移動した後、土砂フィーダ装置のベッセルをダンプアップさせ、ベルトコンベアに土供給する。このときには、先に直接投入された土砂は運搬済みとなっており、断続運搬と連続運搬の整合性が図れることとなる。

土砂フィーダ装置の作動

は1回のスイッチ操作でダンプアップ～ダウンまで自動で行なうものとし、スイッチにはフットスイッチを採用して簡単な操作で油圧グラブのオペレータが兼務できるように考慮し、省人化を図った。また、土砂フィーダ装置の1サ

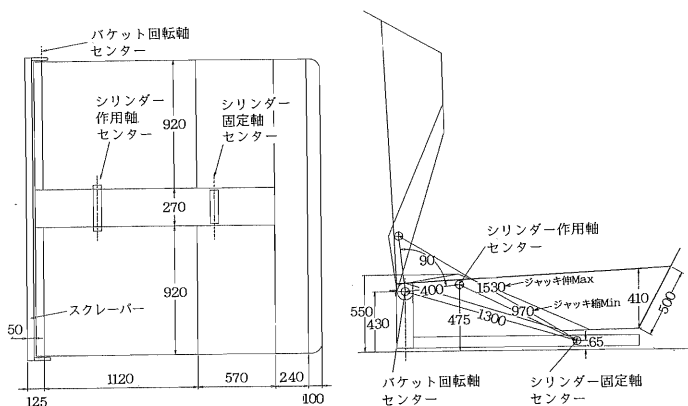


図5 土砂フィーダ装置外形図

イクル稼働時間は土砂量や土砂の性状により変更出来るものとし、長期にわたる土質の変化にも柔軟に対応できるシステムとした。図5に装置外形図を示す。

4. 現場導入

セルリアンタワー新築工事では4次根伐より B3F における水平搬送システムとして土砂フィーダ装置を導

入した。1.6m³油圧グラブおよび土砂フィーダ装置各3基が最大24基（予備含む）のベルトコンベアと組み合わせられ、9箇所の開口部より土砂を揚重し、B3Fにて水平搬送させた。土砂は2箇所の、地上への開口部へ集土され、2基の3.5m³クラムシェルバケットにより次々と搬出された。掘削の進捗に伴い油圧グラブと土砂フィーダ装置は順次開口部を移動した。写真1、2は現場における稼働状況である。写真1は油圧グラブから土砂を投入した状況、写真2は土砂フィーダ装置のダンプアップ状況の写真である。4次根伐以降、平均760～860m³/日、最大1,280m³/日の土砂を搬出することができ、累計約25万m³の土砂のうちその半分以上を本システムにて搬出することが出来た。表1に残土搬出の実績を示す。4次～7次が本装置稼働による実績であり、当初目標の1日当たり1,000m³を達成できた。また機械的にも開発目標を達成でき、自動化・省人化・低コストが実現できた。

平成13年7月現在、本装置は東急・東横線の東白楽作業所（鉄道工事）において軌道直下の高さ制限のある状況下、油圧グラブとの組み合わせで掘削残土搬出システムとして稼働し、実績をあげている。写真3に稼働状況を示す。

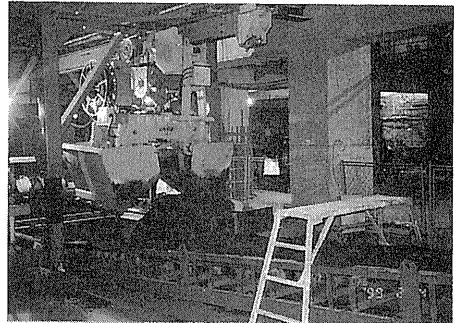


写真1 土砂投入状況

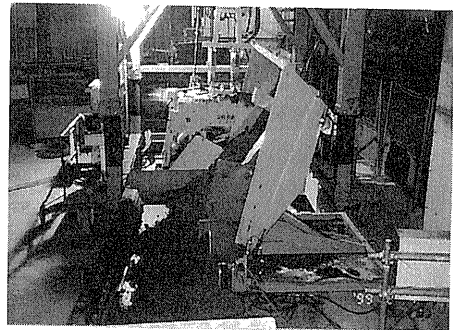


写真2 ダンプアップ状況

表1 残土搬出実績

根伐次数	0次	1次	2次	3次	4次	5次	6次	7次
時期	97.12～98.4	98.6～98.8	98.8～98.10	98.11～98.12	98.12～99.2	99.3～99.4	99.4～99.6	99.6～99.8
搬出土量 (m ³)	24,500	32,095	40,033	21,686	36,764	30,485	31,917	31,824
累計土量 (m ³)	24,500	56,595	96,628	118,314	155,078	185,563	217,480	249,304

5. おわりに

今回開発された土砂フィーダー装置は、上下空間の制限された狭隘な現場での適用を前提に掘削残土搬出システムの一部として考案されたものである。

今後ますます施工条件の厳しくなる都市部での地下工事において、建築地下工事に限らず先の鉄道現場のように土木工事においても更なる適用範囲の拡大を考えていきたい。

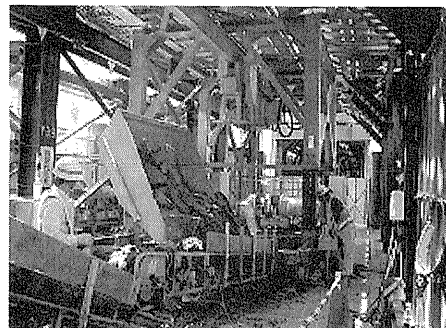


写真3 鉄道工事施工例