

48. 垂直コンベア掘削揚土システムの開発

(株) 間組 町 俊輔

(概要)

近年、地下構造物の大規模化に伴い大深度、大規模掘削が増えてきました。地下タンク、地下変電所、地下貯留池、立て坑等の大深度、大規模掘削では、従来クラムシェルバケットや移動式テルハを用いた大型バケットによる揚土作業が主流を占めてきました。

しかしながら、これらバケット方式による場合、掘削深度が深くなるにつれて、揚土作業に時間がかかるとともに、常に上下作業の危険が伴います。

今回、このような大深度、大規模な掘削・集土作業から揚土・ダンプトラックへの積込みにいたる一連の作業において、作業の能率が掘削深度に影響されることなく、また、常に安全施工が可能な下降式延伸式垂直コンベアシステムを当社で開発・実施工を致しました。

(特徴)

- ① 掘削の進行に伴って、下方への延伸が容易に出来る事
 - ・延伸フレーム接続継ぎ足し 3 m 毎
 - ・ベルト接続継ぎ足し 1.3 m 毎
- ② 施工条件によって、掘削・運搬機械の組合せが自由に選択できる。
今回は、掘削：シャフローダ
運搬：クローラダンプ
- ③ コンベアはφ1.6 mの鋼製フレームで覆われているので、土石の落下等の危険がなく、常に安全施工が出来る
- ④ ベルトカセット、グラウンドホッパー等の地上設備がコンパクトに収まり、場所をとらない
- ⑤ グラウンドホッパーからダンプトラックへの土砂の積込み量を一定に設定する事が出来る
- ⑥ 垂直コンベアはもちろん、地上設備も低騒音、低振動で周囲への環境に影響が少ない

(設備仕様)

名 称	仕 様
① 供給ホッパー	3軸スクレー式 4.5 m ³
② 垂直コンベア	ヒレ付ベルト (シールベルト付) ベルト幅：750 mm ベルト速度：50～90 m/min 運搬能力：100～180 m ³ /h (可変式)
③ホッパー振分コンベア	ベルト幅：750 mm ベルト速度：50～90 m/min 機長：2.7 m

④ベルトストレージカセット	ベルト3.6m（機長1.8m分）を収納可能
⑤延伸フレーム	標準L=3m φ1.6m（4分割）
⑥グラントホッパー	2.0m3*2連 2軸ロータによる定量排出方式
⑦運転室	
⑧ベルト洗浄装置	

（掘削工事概要）

工 事 名	関電上本町建物工事
工 事 場 所	大阪市中央区上本町1丁目5-1
企 業 者	関西電力株式会社
変電所平面形状	11.2m*4.0m
掘 削 深 度	3.9m
総 掘 削 土 量	160,000m ³ （コンベア揚土分）
揚 土 能 力（最大）	120m ³ /h・1基当り （ルーズ量）
計画掘削揚土量	80m ³ /h・1基当り
地 質	洪積の砂質土及び 粘性土の互層
掘 削 期 間	平成8年10月1日～ 平成10年7月30日
基本施工方針	<ul style="list-style-type: none"> ・工区をA,B,Cの3工区に分け連続的な作業を行う ・躯体工事と上下作業の錯綜作業としない ・低騒音、低振動機械を使用する

（施工中の問題点とその対策）

（1）土砂以外のガラ等（大半が粒径200mm以上のもの）及び粘性の強い土砂の混入
今回の施工で、最も大きな問題点であった。

玉石その他の混入により、まずトラブルが発生した個所は、供給ホッパーであった。土砂を想定して設計・製作したものであったので、スクリー羽根が破損し、所要の能力を発揮出来なかった。

また、粘性と強い土砂の混入により、スクリー羽根に付着し、玉石と同様に能力を発揮できなかった。

「1回目の対策」

- ① グリズリバーをホッパーの上部に取り付けた。

垂直コンベアで搬送可能な粒径（200mm）に合せて、グリズリバーの目開きを200mmとして設置し、ガラ等の混入を防止した。

- ② 送り羽根の形状の変更

羽根への付着を出来るだけ少なくするため、スクリー式の羽根をバドル式の羽根に改造・変更した。

「第1回目の対策の効果」

①、②の対策によって羽根等の破損は防止出来たが、グリズリバーの上部にガラ及び粘性土（石状の硬いもの）の塊が堆積し、その除去のための手間を要したため、かえって作業能率が低下した。

「2回目の対策」

- ① グリズリバーに代わる玉石除去用のふるいの設置

掘削土の中に含まれるガラ、及び粘性土の塊を対象に効果のあるふるいはどんな物であろうかと、四苦八苦した結果、回転式の円筒状のふるいを採用した。

「2回目の対策の効果」

回転式ふるいを設置・運転した結果、ガラ、硬い粘性土はほとんどが除去され、コンベア本来の能力を発揮し、作業能率も所定の基準をクリアする事が出来た。全体の掘削工事を通して見て、ガラ、及び硬い粘性土の発生した時期は一時的な期間であった。

今回の工事で、このような回転式ふるいなどの設備について難があるといえれば、地下掘削現場には、多少寸法的に大きな設備といえる事であろう。

- (2) コンベアベルトへの土砂付着によるダストの発生

当初考えていたよりも、土砂の粘性が強かったためベルトへの付着が多々見られた。その付着分が、運転中に乾燥してダストとなり、それが粉塵発生の原因となった。

「対策」

- ① 垂直コンベアの最上部で土砂を排出する部分にダスト受けシュートを設置した。
- ② ベルトカセットフレームの下部に、同じくダスト受けシュートを設置し、地下1階のスラブの上で処理した。

「対策の効果」

シュートを設置した結果、屋外でのダストの風による舞い上がりが減少し、近隣への環境上での影響は最小限にとどめられた。

（工事完了後の反省）

当掘削工事は平成10年7月末に関係部署の協力を得て、無事完了した。

今現在、その工事を振り返ってみて反省すべき点を上げてみた

- ①掘削しようとする土砂、及び地質の念入りな調査が必要

現地の各層における地質は、ボーリング柱状図で推測可能であるが、玉石その他の混入率などに付いては、事前の工事（連続壁、構真柱など）である程度、予想出来たかも知れない。そのあたりをもう少し、今後は調査すべき点であると考えている。

今回は、施工中に設備の変更を強いられたが、本来はある程度の予測を持って設計に当たるべきだと考える。(逆に、設計の段階で過大設備にすれば、当然コストアップにつながるので、その方法は取らない方が得策である。)

②設備の構造はなるべく簡素化した方がよい

工事は滞りなく完了したが、今回のような逆打ち工法での掘削・揚土作業では、設備の設置作業はもちろんのこと、コンベアフレーム、及びベルトの延伸作業が各次掘削毎に伴う。

本工事では、各次掘削高さを3m前後と決め、13次掘削までを施工し、延伸作業も12回施工した。

延伸作業そのものは、そう手間のかかる事ではないが、深度にしたがって作業数が増えるため、出来るだけ簡素化した方がよい。そのためにはコンベアの構造そのものを、特に延伸するフレーム部分を軽量化し、延伸作業が簡単に出来るような構造とする事が課題である。

(まとめ)

今回の工事が無事成功したのは、企業者、及び関係各署のみなさんのご協力があったこと、そして何よりもまず、当垂直コンベアの導入に尽力を尽くして下さった方々のお陰であると考えます。

何故なら、導入した事により機械としての不具合、及び改良点が明確になり、今後の設計に反映することが出来る。

従来のクラムシェル等の施工法がコスト他の面で優り、まだまだ今現在、建築工事、小規模工事では主流を占めているが、今回の工事での反省を活かし、改良を加え、コストの面でも従来工法を凌ぎ、今後の地下掘削工事等で、施工の合理化、安全性の向上に貢献したいと希望する。

又、当掘削作業で発生した残土は産業廃棄物として遠隔地まで運搬され処分されたが、時代の風潮から建設廃棄物のリサイクル化が各方面から提案され、実施されている昨今である。

当工事に都市中心部である事、仮設のための用地が狭い事などの条件がなければ、現在よく見られる掘削残土の固化剤添加によるリサイクル処分が可能であったかも知れない。もし可能であったなら、その残土は埋め戻し用の土砂として、付加価値が付いて再利用されると考えられる。