

28. ASYST

～地下坑内搬送工法～

(株)フジタ：森 利夫・*岩岡 聡
船津 和弘

【1】はじめに

近年、都市土木においては、増大する交通量、密集した構造物、軟弱な地盤、多量の埋設物、近隣対策等多くの問題を抱えている。

開削工法による、都市部の地下鉄工事においても、地上部の占用が制限される場合、この問題は顕著に現れ、施工法に影響を与える。特に、資機材や掘削土の運搬作業は、地下坑内の狭い空間で行っており、「施工能力の低下」「不安全」「作業環境の劣化」等問題が存在していた。

本システムは、懸垂式のテルハクレーン（走行グラブバケット2台・走行ホイスト2台）で、掘削土や山留材等の資機材の坑内搬送を行い、それらの運行、管理を自動化する事により、下記の施工条件を満たす事を目標として開発し、実証実験を行った。

- ①作業時間帯、作業用開口位置を限定しても、十分な施工能力を確保する。
- ②超軟弱地盤において、施工可能とする。
- ③狭い空間でも、安全性、高環境を確保する。

【2】システム構成

システム概要を図-1に、自動走行グラブバケットを図-2、自動走行ホイストを図-3に示す。

(1) システム概要

坑内の天端となる逆巻きスラブ下に、並行な2系統のレールを敷設し、一方に2台の自動走行グラブバケット、他方に2台の自動走行ホイストが、各々懸垂した形で稼働する。またこれら機械の運行は、機械走行路と同じレベルに設置した中央制御室で集中管理する。

(2) 自動走行グラブバケット

坑内の任意の場所から、数カ所の地上との連絡用開口部まで、掘削土の水平搬送を行う。機械の操作は中央制御室で行うが、オペレータは作動確認モニタで、機械周囲の安全確認を行い、遠隔操作装置の作動確認ボタンを押下するだけで、機械が自動で搬送作業を繰り返す。

(3) 自動走行ホイスト

坑内の任意の場所から任意の場所へ、資機材の水平搬送を行う。運転は、オペレータが機械近傍を追従して歩行し、無線操作にて行う。

(4) 制御システム

中央制御室の運行監視装置は、4台の機械と常時データ通信を行い、機械の作動状況を把握しており、坑内の各安全装置の状況も一元管理する事により、坑内の干渉チェック、モニタ表示、データ収集等の処理を行う。

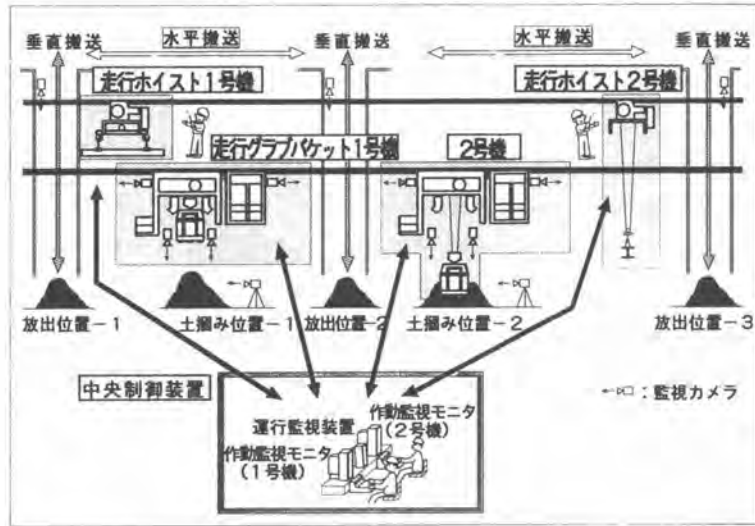


図-1 システム概要

表-1 自動走行グラブバケット諸元

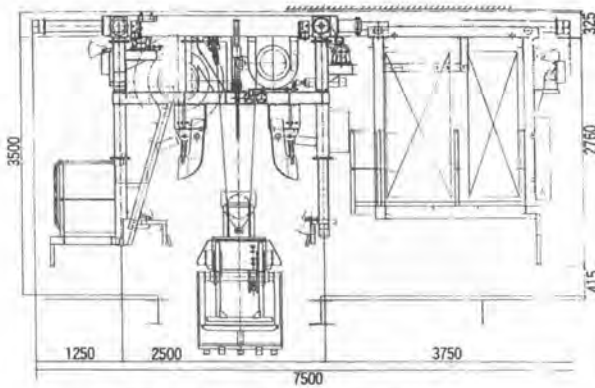


図-2 自動走行グラブバケット

| 項目 | 単位 | 自動走行グラブバケット |
|-------|------|-----------------------------------|
| 定格荷重 | Ton | 1.44 (0.8m ³) |
| 吊上荷重 | Ton | 2.94 |
| 巻上装置 | 電動機 | Kw 1.5 (2/4P) |
| | 速度 | m/分 実荷:2.0 空荷:4.0 |
| | 速度制御 | - 逆-ルチェンジ(巻下げ) |
| | 掃程 | m 1.5 |
| 走行装置 | 電動機 | Kw 5.5 (4P) |
| | 速度 | m/分 6~12.0 |
| | 速度制御 | - インバータ(4/4設定) |
| フック吊具 | 搭載装置 | - 油圧バケット |
| | 電動機 | Kw 5.5 (4P) |
| | 速度 | - ゲート開: 8.0 sec ゲート閉: 10.0 sec |

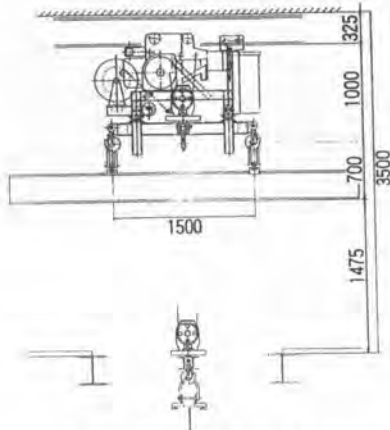


図-3 自動走行ホイスト

表-2 自動走行ホイスト諸元

| 項目 | 単位 | 自動走行ホイスト |
|-------|------|---------------|
| 定格荷重 | Ton | 2.65 |
| 吊上荷重 | Ton | 2.95 |
| 巻上装置 | 電動機 | Kw 4.1 (4P) |
| | 速度 | m/分 8.4 |
| | 速度制御 | - 定速 (ON/OFF) |
| 走行装置 | 電動機 | Kw 0.5 (4P) |
| | 速度 | m/分 2.1 |
| | 速度制御 | - 定速 (ON/OFF) |
| フック吊具 | 搭載装置 | - 回転フック |
| | 電動機 | Kw 0.1 (4P) |
| | 速度 | - 1.0 r.p.m |

【5】映像システム

自動走行グラブバケット機械本体、坑内の開口部付近、及び土摺み位置近傍に複数の監視用カメラを設置し、中央制御室の作動監視モニターで機械周辺の状況が監視できる。

【3】システムの特徴

（1）自動走行グラブバケット

- ① グラブバケットは、ウィンチによりワイヤで吊下げられており、発進、停止、加速の際に振れが発生する。そこで、走行トロッコリ収納時の振れを抑えると同時に、走行途中で発生した振れの収斂待ち時間を短縮する事ができる、「振止め装置」を装備した。
- ② 走行中万が一ワイヤが切断しても、グラブバケットが坑内へ落下するのを防ぐ、「落下防止装置」を装備した。
- ③ 坑内走行時の最高速度を従来機械より上げ、停止位置精度も向上させる為に、「インバータ制御」を採用し、高速から超低速まで広範囲な速度制御が可能とした。

（2）自動走行ホイスト

- ① 山留め材等の長尺材料を搬送する際の、吊り荷の方向を規制する「電動回転吊りビーム」を装備した。
- ② 走行時の振れを極力発生させない様に、「振止め装置」を装備した。

（3）中央制御装置

- ① 坑内の機械、安全装置の状態を把握して、衝突の危険があれば、自動的に機械を停止させる、「運行監視装置」を設置した。

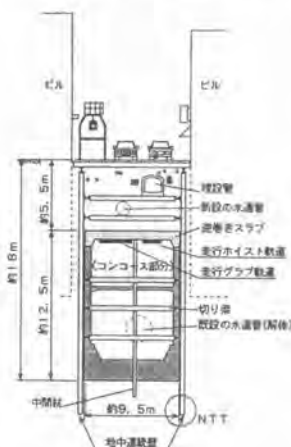


図-4 施工断面図

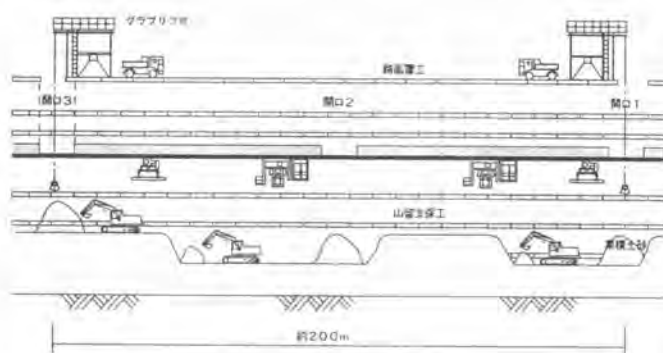


図-5 坑内施工状況

【4】現場実証実験

平成7年12月より、営団地下鉄7号線新赤坂土木工事に於いて現場実証実験を行った。実験を通して、本システムの基本性能、現場適合性の確認を行い、以下に示す効果が確認された。

(1) 操作性

逆巻きスラブ下の見通しの良い空間において、坑内の水平搬送が可能となり、また、走行グラブバケットの運行を自動化した事により、運転者の技量を問わない、安定した運行が可能となった。

(2) 作業効率

掘削土と資機材の搬送を別系統としたので、同時作業が可能となり搬送効率が向上した。自動走行グラブバケットと自動走行ホイストは各々振止め装置を装備し、運行の自動化により、安全でサイクルタイムの安定した効率的な搬送作業が可能となった。

(3) 作業環境

機械は全て電動式で、排気ガス、粉塵は発生せず、懸垂式で掘削面を乱さないため、坑内の環境が改善された。自動走行グラブバケットの運転を中央制御室で行うので、運転者の作業環境は飛躍的に向上した。

(4) 安全性

各機械の運行状況を中央制御室で集中管理し、機械の停止、インターロック等の制御を自動化したので、機械による衝突、接触の危険を無くす事ができた。また人間が直接運転すると発生しやすいミスも排除され、安全性が向上した。



写真-1 坑内運転状況



写真-2 中央制御室運転状況



写真-3 自動走行グラブバケット
運転状況(土掘り)

【5】おわりに

今後は、今回の現場実証実験で確認された本システムの有効性を基に、システムの高機能化、より使い易い機械への改造を実施していきたい。なお、本システムは帝都高速度交通営団と㈱フジタの共同開発であり、開発に際し協力頂いた関係各位に御礼申し上げます。