

37. 長尺資材搬送システムおよび セグメントグラブ

清水建設㈱：*佐藤 等・渡辺 健治
菊池 雄一

1. はじめに

従来シールドの現場では、地上から立坑下へのセグメントや資材の搬入作業は玉掛けが用いられていた。しかし、セグメントなどの重量物やパイプ・レールなど長物の搬入作業は非常に危険が多く、作業中は立坑下への注意を要した。また熟練した作業員でなければなかなか困難な作業でもある。従って、安全でかつ簡単な操作でこれらの搬入が可能な装置の開発が望まれていた。

本報告は、長物資材搬送装置（モノローラ）およびセグメントグラブについて述べたものである。

2. モノローラの概要

本装置は、立坑に沿って設けられたガイドレール上を長物資材を搭載した自走式バケット台車が水平・垂直など自在に向きを変えながら速度6m/minで自動走行し、地上から立坑下まで搬送していくシステムである。

本システムは長物資材を搭載する自走バケット台車、自走式バケット台車が走行するガイドレール、段差部分で角度を変える回転レール、自走式バケット台車の暴走や逸走を防止する安全装置、そしてシステム全体をコントロールする操作盤から構成されている。システムの主な仕様を表-1に、モノローラの概要を図-1に示す。モノローラは全自動で運転されるため、安全装置には十分な検討を行った。

モノローラには次に示す様な安全装置がある。

- (1) 安全ピンロック
- (2) 台車落下防止ストッパー1, 2
- (3) 台車逸走防止ストッパー
- (4) 回転灯, 表示灯, リズムホーン

表-1 モノローラの主な仕様

積載	(運搬) 荷重 250kg
搬送距離	水平58m 垂直29m
ガイドレール	150×75×6 (チャンネル: 18.6kg/m)
寸法	7500 L×600W×600 Dmm=2.7m S
自重	550kg
走行モータ	(ギヤードモータ) 3.7kw 1/187
走行速度	6 m/min
転倒装置	地上, 中間, 下部の3ヶ所
安全装置	(地上) ノックピン, 手動ストッパー (中間) ノックピン 台車運転時の警報として 立坑下 (前進時) : 回転灯, 表示灯, リズムホーン (後退時) : 回転灯, 表示灯 ただし, バケット台車 (前進, 後退時) に回転灯, 電子音が動作する。

2.1 モノローラ駆動部

モノローラの自走バケット台車は、牽引台車（駆動部）と非牽引台車（バケット部）から構成されており、チャンネル材を対向させたガイドレール上面にチェーン sprocket を用いた動輪が2輪、ガイドレール内側に牽引台車部従輪が4輪、非牽引台車部従輪が4輪それぞれ配置されている。

また、図-1のモノローラの概要図に示す様に、ガイドレールは直線部と曲線部から構成されている。

従って、ガイドレール曲線部でのスムーズな走行を実現するため、牽引台車側の4つの従輪と非牽引台車側の2つの従輪が円弧状の軌跡を描く様な機構を設けてある。図-2に従輪部の詳細を示す。

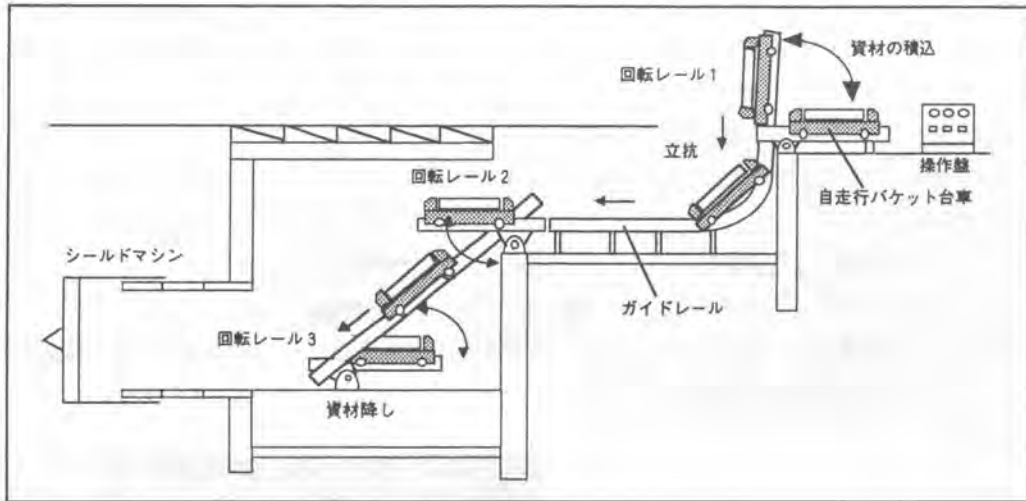


図-1 モノローラの概要図

モノローラ駆動部への給電にはトロリー方式の給電を採用し、更に給電レールもガイドレールと同様の分割を行っている。また、牽引台車に設けた給電部の長さを長くすることにより、回転レール等のレール接続部でもスムーズな給電が可能となっている。

2.2 回転レールの動作

回転レールの駆動には電動チェーンブロックを使用し上昇／下降を行っている。各回転レールの上昇限／下降限にはLSを設置し、更に機械的ストッパーを設けて接続部の段差が発生しない構造としてある。回転レール1は通常立てた状態を保持しているため、回転中心付近に安全ピンを設けてあり、この安全ピンが挿入されていないと自動運転が出来ないシーケンスとなっている。

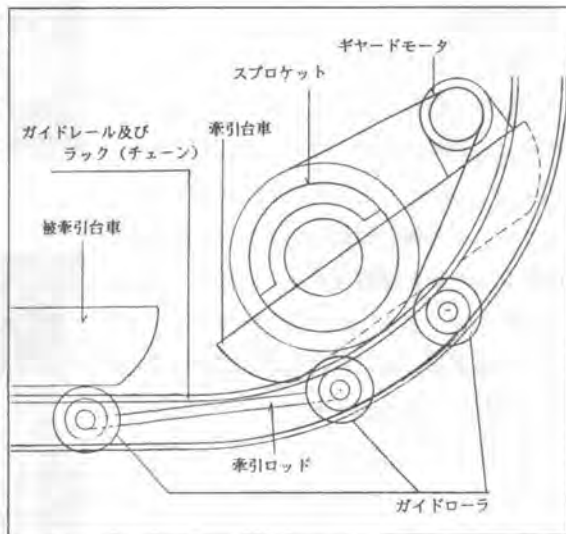


図-2 従輪部詳細図

2.3 モノローラの動作

モノローラが自動モードで動作を行う様子を図-1を用いて順に説明する。

(1) モノローラへの資材積込

モノローラの初期状態は、回転レール1上に自走台車があり、かつ回転レールを立てた状態である

。まず、操作盤から回転レールの下降スイッチを押し、回転レール1を水平に倒し資材を台車に載せる。資材の積込が終了後、操作盤から回転レール1の上昇スイッチを押し、回転レールを再び上昇させる。これら一連の操作は手動操作のみ可能としている。地上部の状況を写真-1に示す。



写真-1 地上部の状況

(2) 自走台車の前進（下降）動作

システムが自動運転モードであることを確認したのち、操作盤からリセットスイッチを押し、システム全体を初期状態にする。これは、各回転レールおよび安全装置が自走台車の前進に支障が無いことを確認する為の操作である。次に、台車前進スイッチを押すことにより、台車落下防止ストッパー1が下降し自走台車は立坑下に向かって前進（下降動作）を始める。（以後、回転レール3に到着するまで自動運転となる）



写真-2 回転レール2の下降状況

(3) 回転レール2の動作

自走台車が回転レール2に到着すると、自走台車は一時停止状態となる。そして台車落下防止ストッパー2を上昇させ自走台車をロックする。その後、回転レール2が下降を始め回転レール3と接続される。回転レール同士の間が接続が完了すると台車落下防止ストッパー2を下降させ、再び自走台車は前進を開始する。回転レール2が下降している状況を写真-2に示す。



写真-3 立坑の最下部の状況

(4) 回転レール3の下降と資材降ろし

自走台車が回転レール3に到着すると前進動作を終了して停止する。そして回転レール3は自動的に下降を始め、下降が完了した段階で資材の積み降ろしを行う。立坑最下部の状況を写真-3に示す。

(5) 自走台車の後退（上昇）動作

自走台車からの資材の積み降ろしが完了すると、地上の操作盤から台車後退スイッチを押すことに

より、自走台車は前進の時とは逆の手順で後退（上昇動作）を行い、回転レール1まで戻り、ロック装置により固定される。

2.4 制御装置および安全装置

本システムの制御には手動および自動運転の2つのモードが設けられている。手動運転は回転レール1の操作が主で、その他はメンテナンス用の位置づけとして設けてある。自動運転のモードでは、自走台車の運転/停止、回転レール2および3の制御を行っている。回転レール2および3は、自走台車の運転状況に合わせて上昇/下降を自動的に行うシーケンスとなっている。また、地上に設けられている操作盤には自走台車の運転状況、各回転レールの動作状況がモニターできる表示器が設けられており、全体の制御はPLCで行っている。写真-4に操作盤部を示す。本システムには、前述した各種安全装置が設けられているが、それらの中で重要な役割を果たすのが台車逸走防止ストッパーである。本システムは地上部にはほぼ垂直に立てられた回転レール1から自走台車が発進する。従って、台車の駆動装置関係に何らかの異常が発生し暴走状態になった場合高速で前進（下降動作）する可能性がある。従って、このような状態が発生した場合に確実に自走台車を停止させる目的で台車逸走防止ストッパーを設けている。



写真-4 操作盤部

通常、台車逸走防止ストッパーは出た状態を保持している。ガイドレールに設けられている光電センサー1, 2により自走台車の走行速度を検出し、所定速度以内で走行の場合、台車逸走防止ストッパーを下降させ自走台車を通過させる。もし速度異常を検出した場合、ストッパーが出たままの状態となり、ストッパーにより自走台車を停止させる。この動作は自走台車が前進・後退の何れの状態でも作動する方式としている。

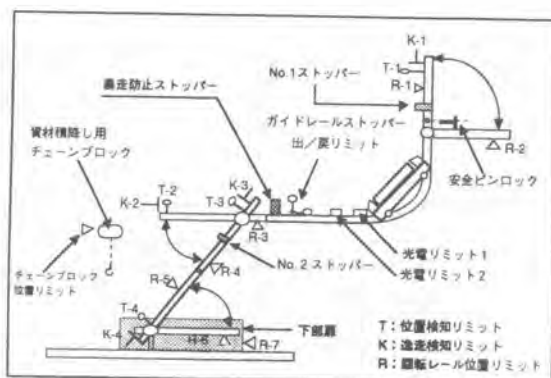


図-3 安全装置配置図

3. セグメントグラブの概要

本装置は、リンク機構により開閉する把持アームによりセグメントを把持し、立坑に設けられた専用ガイドに沿ってクレーンで降ろすことにより所定位置へセグメントの荷降ろしが出来る装置である。本装置によるセグメントの把持から立坑下の入庫台車への搭載作業は、地上にいる作業員1人で行うこと

が可能である。表-2にセグメントグラブの仕様を示す。セグメントグラブの吊り中心には吊りリングを取りつけた所定ストローク上下動するシャフトが設けられており、このシャフト部をクレーンで吊ることによりシャフトが上昇し、リンク機構により把持アームが閉じる動作を行う。把持アームを開く場合、受け足部がセグメントに接地するまでセグメントグラブをクレーンにより下降させ、セグメントグラブの荷重をセグメントに預ける。更にクレーンを下降させると前述のシャフト部が下降すると共に把持アームが開き、同時にロックピンがシャフトに自動的に挿入され把持アームがロックされる。この様に、セグメントグラブは自重を利用し把持アームを開閉させる機構を取り入れているため一切の動力を必要としていない。図-4にセグメントグラブの概要を示す。

R C セ グ メ ン ト	外 径	φ3,800 mm	φ8,900 mm
	厚 さ	150 mm	550 mm
	幅	1,000 mm	1,200 mm
	長さ(最大)	2,150 mm	3,737 mm
	重量(最大)	846 kg	6,250 kg
セ グ メ ン ト グ ラ ブ	全 高	2,521 mm	4,563 mm
	全 幅	1,270 mm	1,959 mm
	全 長	2,130 mm	3,200 mm
	開 口 長	2,296 mm	4,096 mm
	吊 上 げ 容 量	2,700 kg	14,000 kg
作 業 所	竹芝ｼｰﾄﾞ	扇島ｼｰﾄﾞ	

表-2 セグメントグラブの概要図

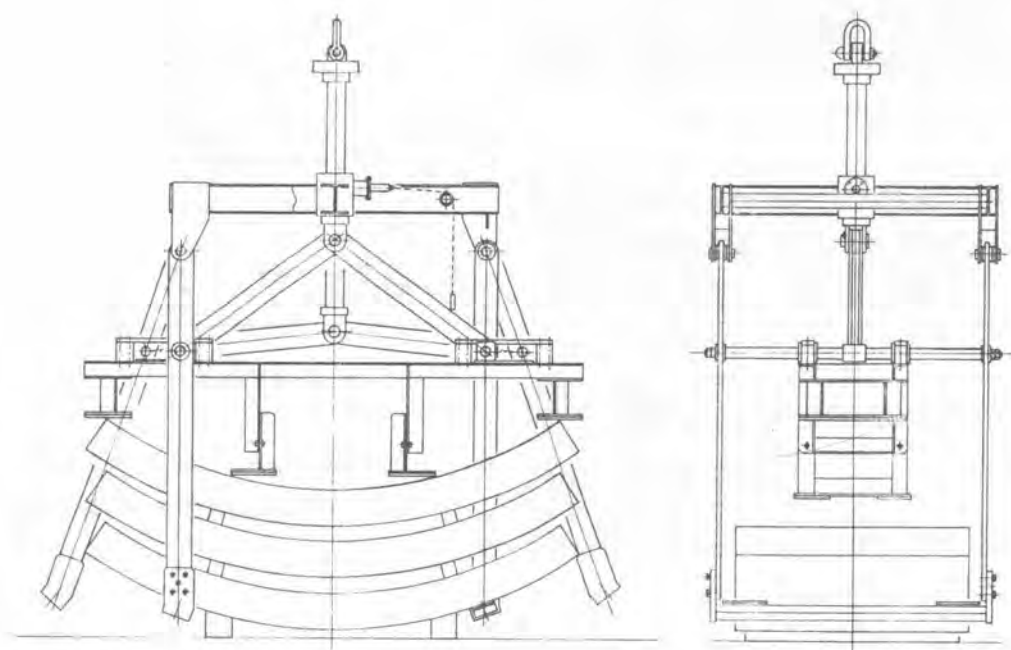


図-4 セグメントグラブ概要

3.1 セグメントグラブの動作

(1) セグメントの把持

セグメントグラブは通常吊りフック付近に設けられているロックピンにより、把持アームが開いた状態で地上に置かれている。この状態でセグメントグラブをクレーンで吊り、セグメントを包み込む様に位置決めする。次にロックピンを外しセグメントグラブを吊り上げるとリンク機構により把持アームが閉じ、セグメントを把持する。

(2) セグメントの搬入

把持完了後、セグメントグラブを立坑へ移動し、立坑に設けられた専用のガイド部にセグメントグラブの案内ローラーを挿入させそのまま下降させる。立坑下に待機している台車へセグメントが搭載完了後、さらにセグメントグラブを下降させると、セグメントグラブの自重で把持アームが開き、更にロックピンが自動挿入され把持アームは開いた状態を保持する。この状態でセグメントグラブを吊り



写真-5 立坑下での搭載状況図

上げることによりセグメントグラブを地上に戻すことができ

る。写真-5に立坑下での台車への搭載状況を示す。

4. 適用の効果

モノローラおよびセグメントグラブは、都内のシールド現場に導入された。本システムを導入した現場は、図-1のモノローラの概要図に示す様に立坑が2段となっており、一般の現場に比べセグメントや資材関係の搬入が煩雑となっている。従って、本システムの導入によりセグメント、資材等の搬入作業が大幅に省力化することが出来た。具体的には、モノローラを採用することにより、従来2～3人の作業で行っていた作業がオペレータ1人で行えるため、省力化が図れた。また、配管、枕木、レール等の構内への搬入が容易かつ安全、確実に出来るようになった。さらに、段差部分での積み替え作業がなくなり作業の効率化も図れるようになった。また、セグメントグラブを採用することにより、従来の様な玉掛け作業がなくなり、更にセグメントの吊り上げから入庫台車への搭載までの作業が地上から1人で行える様になり、省人化が図られると共に作業の安全性が向上した。また、今回の現場では、当社が開発したセグメント自動搬送システムSRも採用しており、入庫台車に搭載されたセグメントは第2立坑内に設けられたセグメントストックラックへ自動的にストックされる。

今回はセグメントと資材関係の搬入作業に的を絞った開発であるが、これらの各要素技術が今後のシールド工事自動化への重要な役割を果たすものと考えている。