

PSVI-5 セグメント自動搬送システムの開発

清水建設(株) 正会員 菊池雄一
清水建設(株) 正会員 鈴木康正
清水建設(株) 小原由幸

1. はじめに

シールド工事は、ニューフロンティアとしての地下開発の分野で道路、鉄道、ライフラインのような線状の地下空間を構築する技術として、ますます増加する傾向にあるが、一方では労働力不足や熟練労働者の高齢化等深刻な問題を抱えている一面も見逃せない。

本開発は、このような背景をもとに、地上のセグメントストックラックから立坑、シールドトンネル坑内を経てエレクターに至るまでの一連のセグメント搬送作業を自動化・無人化したものである。

2. システムの構成

本システムは、図-1 に示すとおり、以下の構成装置からなっている。

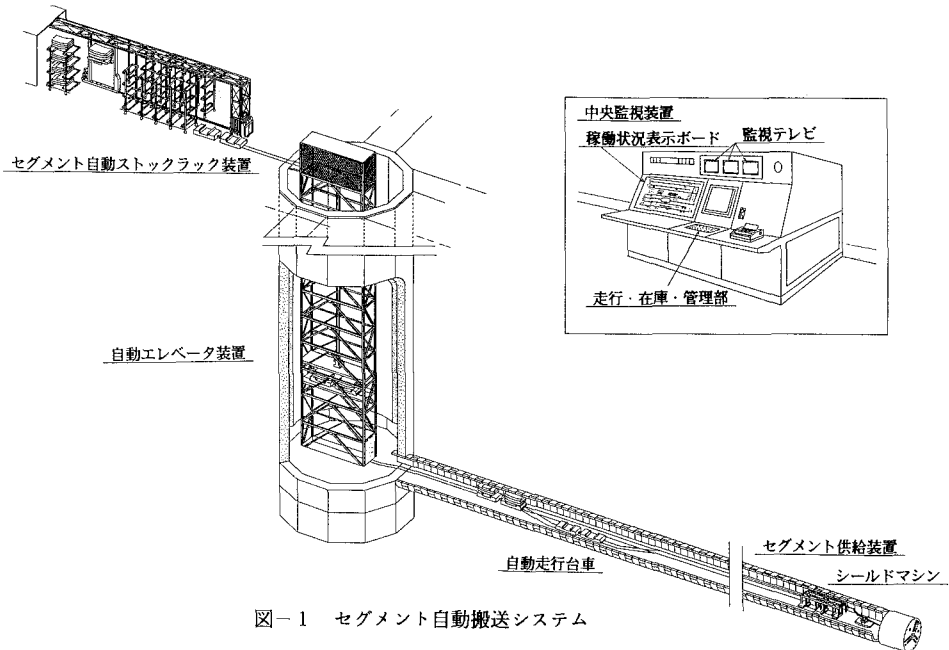


図-1 セグメント自動搬送システム

(1) セグメント自動ストックラック装置

自動倉庫をベースに製作する。2行、10列、4層の80ラック分の収容可能を有しており、1ラック内に収納できる重量は3t未満である。通常には2ラック分でセグメント1リングを構成する。行間中央には、3段突出機構のフォークを有するスタッククレーンが位置し、中央監視装置からの指令で昇降・走行および特定のセグメントの積み卸しを行う。

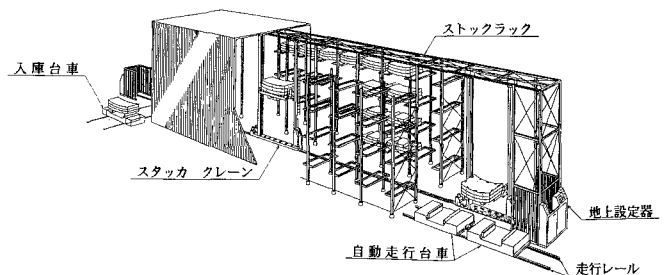


図-2 セグメント自動ストックラック装置

(2) 自動走行台車

自動走行台車は、坑内外ともレール走行し、立坑部では、自動エレベータで搬送される。1リング分のセグメントを同時に運搬するため、2両連結運転となるが、単独運転も可能である。発進・停止、前進・後進、加速・減速の機能を有していて、中央監視装置からの指令によりコントロールされ、走行速度は6km/Hr、3.6km/Hr、2km/Hr、0.6km/Hr（微速）の4速に切替えが可能である。全行程無人運転となるため、非常停止ボタン、走行方向障害物検出装置（非接触センサー）、安全バンパー、異常警報装置等の安全対策に必要な設備を装備している。セグメント運搬の他、配管材、レール等の資材の運搬も行う。動力源は、搭載されているバッテリーであり、1回の充電で片道2kmを4往復程度の走行が可能である。

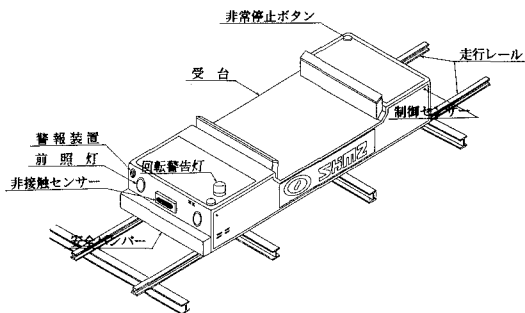


図-3 自動走行台車

(3) 自動エレベータ装置

通常の工事用リフト構造であるが、本システムに採用するため、扉の開閉、昇降に関しては自動走行台車の現在位置を認識して、中央監視装置からの動作指令によりコントロールされる方式とした。さらに、停止精度を保つための荷台固定装置、落下防止装置、荷台内部の走行台車固定装置を備えている。

(4) セグメント供給装置

自動走行台車で運ばれてきたセグメントをフォークで若干持ち上げ、台車は坑外に戻す。その後、フォークを下降して、セグメントの仮置き場所とし、特殊なトロリーホイストで1ピースずつエレクターに供給する装置である。セグメントは移動中にホイストの旋回装置で組立方向に合うよう90°旋回される。ホイスト下部にはセグメント把持装置を備え、リモートコントロール方式でセグメントの把持および解除が可能である。

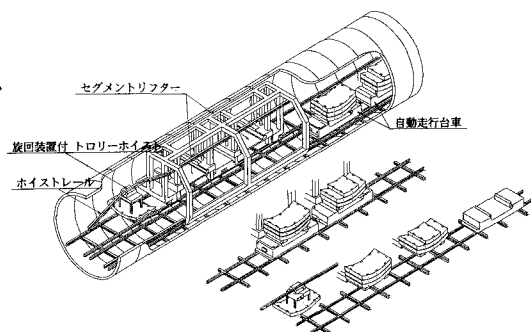


図-4 セグメント供給装置

(5) 中央監視装置

中央監視装置は、自動ストックラック装置、自動エレベータ装置、自動走行台車の制御が可能であり、オペレータは盤上のグラフィックパネルによって、走行台車の位置をリアルタイムで知ることができる。走行台車、エレベータ等の作動する対象物への信号伝達は光を用いた非接触方式で行う。また、セグメントの出入庫および在庫の管理も行う。システムが自動運転中、異常が生じた時は、走行台車を緊急停止してスピーカで警報を発する。

3. 効果の予測

地上でのクレーンオペレータ、バッテリー車の運転手、セグメントのマシンへの供給に要する作業員等の大幅な省力化が可能であり、さらに従来作業員が行っていた積み込み、積み替え作業がなくなるので安全性が飛躍的に向上する。また、掘進距離2km、立坑深さ30m程度のシールドトンネルにおいては、走行台車2編成を設備することにより、1リング分の搬送サイクルタイムを30分程度にすることが可能であり、工期短縮にも寄与できる。

4. まとめ

本開発は、地上のセグメント保管場所から立坑を経由してエレクター装置までのセグメント運搬を一連の搬送システムとしてとらえ、自動化、無人化したものである。深刻化する労働力不足に対処する一方策として、考案されたものであるが、今後は、数多くの実施工を通じて、改善していき、さらに機能の向上を図る所存である。