

VI-43

長距離急勾配シールド用搬送車の開発

大豊建設（株）正会員 ○新谷哲朗 宮下政樹

1) 初めに

地下空間の有効利用をはかる中で急勾配のシールド工法が、電力・通信等のトンネルの築造に用いられるようになってきている。

この場合軌条を使用したバッテリー機関車を用いた搬送装置は、5%を越える勾配（以下急勾配）での使用が安全衛生規則で使用を禁止されているため、急勾配対応型の搬送装置の開発が求められていた。

これらのニーズに応えるため先に（平成5年）給電トコタイプ・タイヤ駆動の急勾配搬送車を開発し、シールド径φ=3,680（路線延長1,148m）の急勾配区間（7%, L=119m）に導入し、良好な結果をおさめて完了した。

しかし急勾配区間を持ったトンネル工事を使用する場合、急勾配区間に投入し搬送車の入れ替えを行う方式または全線に急勾配搬送車を使用し、給電トコおよびタイヤ駆動用レールの設置を行う必要があった。

そのため上記長距離急勾配シールド用として、バッテリータイプの走行輪駆動・タイヤ駆動切換え方式の搬送車の開発を行った。

2) 搬送車の概要

本搬送車は、走行輪駆動・タイヤ駆動切換え方式である。

5%未満走行（以下平地走行時）は従来の走行輪により駆動を行い、急勾配区間はタイヤ駆動に切換える。

右記図-1にタイヤ駆動の原理図を示す。走行レール中央に設けた駆動レールに駆動輪を左右より挟むように押付け、電動機からの動力を駆動輪に伝達し走行する。駆動レールには、環境条件の悪い坑内でも十分な牽引力を発揮させるため、フリクションパネを設置している。

右記図-2は、本機の平面図である。タイヤ取付け部計4ヶ所に電動機を設け、走行輪・駆動輪の動力とした。駆動輪押付け用に油圧ユニットを設けている。平地走行時は押付け装置油圧シリンダーにより、駆動輪を解放する。

動力は、クランチにより駆動輪を解放し、走行輪に伝達し走行する。

急勾配時は押付け装置油圧シリンダーにより、駆動輪を駆動レールに押付ける。

動力は、クランチにより走行輪を解放し、駆動輪に伝達し走行する。

図-3は、本機の側面図である。

動力源であるバッテリーは、搬送車中央上部に設置した。ホイールベースは、走行輪間1,400mm・駆動輪間2,200mmである。

最小曲線半径は、80mRである。

搬送速度は、勾配・被牽引重量により走行輪使用時5(km/h)、駆動輪使用時2.4/1.2(km/h)の3速度切換え方式とした

トンネル勾配等の情報をIDタグに埋め込み、レール近傍に設置する。

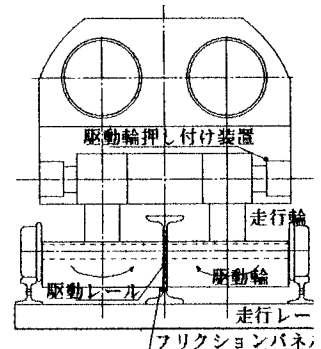


図-1 タイヤ駆動原理図

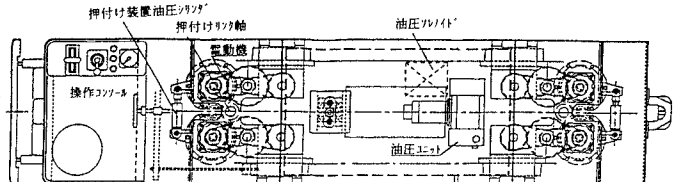


図-2 平面図

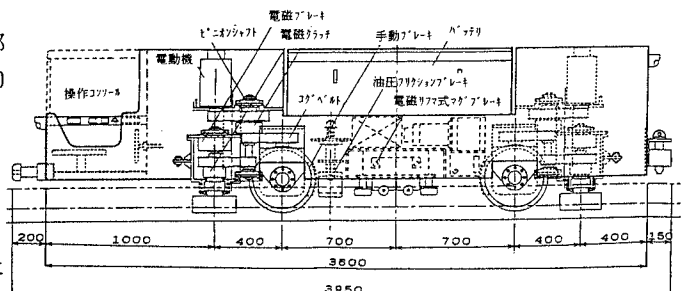


図-3 側面図

搬送車は、この情報を無線で受信し、走行方式と搬送速度の決定を行う。

図-4は、正面図兼シールドに適用可能な限界径における坑内仮設断面図である。

レールは15kgレールを使用し、レールゲージは610mmとする。

セグメント内径φ1,850mmまで適用可能である。

下記表-1は本機の機械仕様、表-2は制御・制動仕様である。

駆動輪は、摩擦力・耐摩擦性と許容荷重を考慮し、硬質ウレタンとした。

ブレーキ方式は、安全を考慮し、常用・駐車と非常の3段階方式とした。

常用のブレーキは、インバータによるモータ回転数制御方式で、モータで発生した電流をバッテリーに戻すことが可能な回生制動方式である。

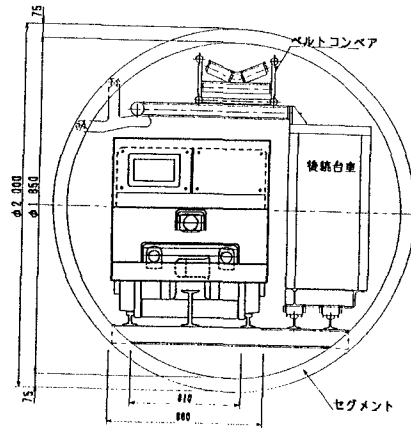


図-4 坑内仮設断面図

表-1 機械仕様

重 量	4,000kg	車体全長	3,600mm
搬送 走行輪	5km/h	車体幅	860mm
速度 駆動輪	2.4/1.2km/h	車体前高	965mm
ホイール 走行輪	1,400mm	輪 走行輪	350mm
ベース 駆動輪	2,200mm	径 駆動輪	254mm
レールゲージ	610mm	曲線半径	80mR
電動機	5.5×4(台)	駆動輪材質	硬質ウレタン

表-2 制御・制動仕様

制御方式	ベクトルインバータ方式	
電源電圧	DC96V	
ブレーキ方式		
走行 輪時	駐車 非常	手動式:走行輪側面利用 電磁式:レール上面利用
駆動 輪時	駐車 非常	油圧式:駆動レール側面利用 電磁式:駆動レール上面利用
共通	常用	回生制動:インバータ利用

その他の安全装置としては、障害物検出器・照明警報装置と運転席着座検出器を備えている。

3) 適用可能な勾配

右表-3最大適用勾配表は、シールド外径φ2,122mm・セグメント外径φ2,000mm・セグメント内径φ1,850mm・セグメント幅900mmの時の泥土圧シールドにおける排土量3.18m³(6.4ton)の掘削土量を一度に搬出する条件で検討を行った結果である。

この結果平地走行時の能力は、従来型4tonバッテリー車とはほぼ同等の牽引力を有している。

またタイヤ駆動による急勾配搬送能力は、下り勾配-2.4%上り勾配1.7%まで搬送可能である。

表-3 最大適用勾配表

	走行輪走行	駆動輪走行	駆動輪走行
走行速度	5 (km/h)	2.4(km/h)	1.2(km/h)
下り勾配	- 5 (%)	-17 (%)	-24 (%)
上り勾配	4.2(%)	9.8(%)	17 (%)

注) 搬送重量 搬送車 4,000 kg

作業台車 600 kg

ずりトロ 3,400 kg

ずり重量 6,400 kg

計 14,400 kg

4) まとめ

本搬送車の能力は、4tonクラスの大きさながら急勾配時の牽引力は、15ton以上の能力をもち、圧送ポンプによる残土搬出方法に変更する事により、シールド外径φ4,500mmクラスまで十分使用可能な能力を有する。

シールド延長の一部分が急勾配区間の場合、この区間のみ駆動レールを追加設置をする事により、効率の良い搬送が可能であり、今後電力・通信をはじめとする急勾配シールドの適用範囲を拡大したものと見える。