

鉄道工事を効率的に進める ウニモグ軌陸式多目的作業車

ホルガー・ドート

多くの鉄道工事用車両と異なり、軌道と道路の両方を走行し且つ作業に適した様々な装置・機器を装備・換装可能な多目的用途の軌陸車は、経済的・効率的の観点で有効である。そしてそのパイオニアがメルセデス・ベンツの多目的作業用トラック「ウニモグ」（以下「本多目的トラック」）である。本稿では、本多目的トラックが軌陸車としてどのような必然的な背景によって鉄道工事に使用されているのか、またどのように有用であるのかについて実例を含めて紹介する。

キーワード：鉄道, 軌陸車, 工事, 建設, 牽引

1. 「本多目的トラック」をベースとした軌陸車の歴史

軌陸式多目的作業車について述べるにあたっては、まずベースとなる本多目的トラックの歴史を紐解かねばならない。初代本多目的トラックは、第二次世界大戦後、自走式農作業車としての利用を前提として設計された。当時存在した一般的な農作業車とは対照的に、本多目的トラックは総輪駆動・総輪同径タイヤ・オフロード走破性といった革新的なコンセプトを持っていた。フロントおよびリアのPTO（パワーテイクオフ）を介し本多目的トラックに接続した様々な農作業用アタッチメントを稼働させることを可能にし、また荷台は十分な積載能力と輸送能力を有していた。1946年に製造された初代本多目的トラックには、25馬力4気筒ディーゼルエンジンが搭載され、舗装路での最高速度は時速50kmに達した。

当初本多目的トラックは鉄道工事目的での使用は想定されておらずドイツの田畑や野山、道路がその活動範囲であった。しかしながら1950年代後半には、本多目的トラックが鉄道工事現場においても有用であることに気づいたユーザーが現れ始め、本多目的トラックが持つ大きな牽引能力のおかげで、ガイドローラーを装着することなく鉄道車両を牽引するようになっていった。

その後程なくしてガイドスキッドを使用した軌道案内システムが開発され、1960年には独国バイルハック社の鉄輪式軌道案内システムに最初の特許が認められた。本多目的トラックの車軸寸法は軌道走行のために



写真—1 ガイドスキッド・掘削機付

は理想的であり、本多目的トラックが自らのタイヤで標準軌（1435mm）上を走行することを可能にした。また、フロント・リアのPTOと同様にメーカーオプションで装備される油圧ポンプと制御バルブ類は、クレーン・掘削機・スノーカッターといった作業用の各種アタッチメントの架装を可能にした（写真—1）。

様々なタイヤとリムとの組み合わせは異なるレール幅（1435mm / 1520mm / 1600mm / 1668mm）に対応する。最新の欧州排出ガス規制ユーロ6をクリアした現行型ディーゼルエンジンは、最高出力300馬力を発生する。

軌陸車のベースとして本多目的トラックを利用するコンセプトは世界各地で確立しており、今日では本多目的トラックの主要な活動分野の一つとして数えられている。そしてそれは、軌陸車架装のスペシャリスト



写真一 2 ガイドレール・箱ボデー・高所作業台付



写真一 3 牽引作業用大径ガイドレール付

である独国ザグロ社やツヴァイベグ社との密接な協力関係の下、日夜進化と改良が重ねられている（写真一 2, 3）。

2. 軌道案内システムと軌道走行システム

トラックを軌陸車に架装する際の最も重要なコンポーネントは、軌道案内システムや軌道走行システムである。これらは、作業中にトラックを安全にレール上に保持し且つ実用的な速度でレール上を走行させるための装置である。本多目的トラックベースの大半の軌陸車は線路上を最大時速 50 km で走行可能である。鉄道インフラや予定される作業内容によって変化する個別の要求に応じて、軌道案内システムと軌道走行システムは互いに異なるレールへのアプローチと構造を持つ（表一 1）。

(1) 軌道案内システム

軌道案内システムでは、車両が最初から持っている道路走行用タイヤを介してレールに直接駆動力と制動力を伝える。軌道案内システムの鉄輪は、トラックが安全に線路上を走行するためのガイドとしての役割を果たす。車軸幅がコンパクトなトラックが軌陸車に適しており、大半のトラックの車軸幅はレール幅より広い。そのため線路踏面へタイヤの駆動力や制動力を直接伝えることができない。

本多目的トラックは、コンパクトな設計でありながら総輪駆動と前後デフロック機構を備えているため湿った線路や急勾配、バンク（カント）といった様々な線路の状況に対応できる最適なベース車両と言える。トルクコンバーターとの組み合わせにより重牽引時の走行も機械的なロスも少なく、力強く滑らかである。

軌道案内システムは油圧昇降式であり、どのような状況においても安全な作業を担保するため、鉄輪の押し付け圧力は適切に監視されている。






また、軌道案内システムには多くの場合、直径 400 ミリの鉄輪が取り付けられるが、曲線半径 35 m やそれ以下の曲線軌道を走行できるようにするため、首振り機構を持つ二連の小径鉄輪タイプを装備する場合もある。

さらに小さい曲線半径の区間が多くある都市交通システムのようなケースでは、前後の軌道案内システムが独立して旋回するボギー型案内装置を装備することにより曲線半径 17 m までの走行が可能となる。

(2) 軌道走行システム

軌道走行システム（フリクション・ドライブ）は、自らのタイヤをレールに乗せることができない様々なタイプのトラックに用いられる。軌道案内システムのような牽引力を発揮することはできないが、単車としての作業が成立する場合に採用されることが多い。フリクションドライブの場合は、タイヤが鉄輪を駆動させる方式であるため、制動力・駆動力は鉄輪を介して間接的にレールへ伝達される。本多目的トラックベースの軌陸車が狭軌道上で作業を行う場合はフリクションドライブが使用される。ハイドロスタティックドライブの場合は、独立した油圧モーターが鉄輪を駆動させる方式であり、より大型のトラックを軌陸車に架装する場合に有効であるが、システムそのものがより複雑になる。

表一 軌道案内システムと軌道走行システムの一覧

タイプ	フロント/リア	特徴	適用可能条件
大径軌道案内システム (直径 400 mm)		<ul style="list-style-type: none"> ・タイヤによる制動と駆動 ・タイヤとガイドローラーで荷重分散 ・タイヤゴムとレールの摩擦による高牽引力 	<ul style="list-style-type: none"> ・標準軌 (1435 mm) ・走行可能曲線半径 60 m
二連首振りガイドローラーシステム		<ul style="list-style-type: none"> ・タイヤによる制動と駆動 ・タイヤとガイドローラーで荷重分散 ・タイヤゴムとレールの摩擦による高牽引力 	<ul style="list-style-type: none"> ・標準軌 (1435 mm) 用 ・走行可能曲線半径 35 m
ボギー車輪式ガイドローラーシステム		<ul style="list-style-type: none"> ・タイヤによる制動と駆動 ・タイヤとガイドローラーで荷重分散 	<ul style="list-style-type: none"> ・都市交通システム ・走行可能曲線半径 17 m
軌道走行システム (フリクションドライブ)		<ul style="list-style-type: none"> ・タイヤから車輪に制動と駆動伝達 ・ガイドローラーに全荷重がかかる ・限定的な牽引力 	<ul style="list-style-type: none"> ・狭軌 (1000 mm) 等
軌道走行システム (ハイドロスタティックドライブ)		<ul style="list-style-type: none"> ・ガイドローラーによる制動と駆動 ・ガイドローラーに全荷重がかかる ・限定的な牽引力 	<ul style="list-style-type: none"> ・高重量 / 高積載 / ワイドゲージのウニモグ

3. 軌陸車に利用できる鉄道特有の機器

現代の軌陸車は、関連する法規や国際基準に適合させるために様々な改善を施す必要がある。欧州標準化機構 (CEN) は 2020 年 12 月、軌陸車と関連機器に関する欧州規格 EN15746 を発効させた。この規格では、鉄道インフラにおける作業・回送・走行についての技術的な要件並びに脱線防止等を目的とした多数の安全装置が定められている。

「回送」とは「ある地点から工事現場まで、特別な許可を受けて軌道に沿って移動する」と定義されているが、EN15746 によると「走行」の場合軌陸車は通常の鉄道信号システムに従う必要があるとされており、その場合軌陸車は軌道上を通常の鉄道車両と同じような制限を受けて走行することになる。多くの軌陸車は、工事現場・整備工場・閉鎖区間内における保守作業での使用が前提とされているため、軌道上を「走行」するための認証を受ける必要がない。ただし、本多目的トラック軌陸車には、EN15746 に則りデッドマン装置・鉄道照明システム・電氣的短絡装置・アース装置等の多様なオプションが存在する。

EN15746 には火災リスクからの保護に関する要件も定められており、本多目的トラック軌陸車のトンネル内作業および乗員輸送の基準に対する適合性を証明するものとして、TÜV SÜD Rail が発行する防火証明

書というものがある。この要求に適合させるためには、エンジンルームに火災検知装置や消火システム等を取り付けることが義務付けられている。

クレーン・高所作業装置・草刈装置等というような作業用アタッチメントに応じて、天井衝突回避のための可動域制限・隣接する車両との接触防止のための逸走防止装置・高所作業台に対し EN280 で定められた技術的各種要件等、さらなる追加装備を組み込むことが可能である。

ザグロ社やツヴァイベグ社は、その他にも鉄道特有の機能として、貫通ブレーキシステム・車両締結装置・牽引車用のラジコン制御装置を提供する。

使用される国・鉄道インフラのタイプや求められる作業によっては、ユーザーが希望する期日迄に確実に納車するためには、軌陸車の認証並びに公道走行認証等の取得の有無はプロジェクトの当初から明確にしておかなくてはならない重要な課題である。そのためには各国の納入地において、各専門分野における長い経験と確かな知見を持つ販売代理店の力量がプロジェクトの成否を左右する大きな要因となる。

4. 本多目的トラック軌陸車の使用方法の例

本多目的トラック軌陸車はドイツの化学プラントやメキシコの都市交通インフラ、英国の鉄道ネットワー

ク、そして日本の新幹線建設等、世界各国で使用されている。主な実例をカテゴリ毎に紹介する。

(1) 牽引車として

ゴムと鉄の高い摩擦係数、さらにフルタイム四輪駆動とトルコンクラッチ、最大1000トンまでの牽引能力を持つ本多目的トラックは従来の牽引機関車に取って代わった。車両洗浄装置への引き込み、整備工場内での車両牽引、機械や建設資材を積んだ車両を建設現場まで牽引する等の作業が、本多目的トラック1台でできるようになった（写真—4）。

(2) 様々な作業用車両として

高所作業台による架線保守作業、スノーブラウやロータリー除雪機による冬季除雪、草刈装置やスプレイヤーを利用した植生コントロール、クレーンを使用した建設資材の積み下ろし作業等を目的とした数多くの作業用アタッチメントは、既に本多目的トラックに装備されている油圧ポンプやPTOにより駆動させ装着したまま各現場まで移動することができる（写真—

5, 6）。

(3) 緊急車両として

箱ボデーと脱線復旧ジャッキを装備することにより、本多目的トラックは公共交通インフラの緊急車両としても広く利用されている。軌陸車は事故現場付近の踏切まで道路を走行、そこから線路に進入し軌道走行に移行して救助活動に向かうことができる。本多目的トラック軌陸車は、軌陸消防車として水槽やその他機材を装備することも可能である（写真—7）。

(4) 多目的車両として

本多目的トラックを道路保守目的で使用する場合、例えば夏季の草刈と冬季の除雪といった複数の作業能力を柔軟に組み合わせられるのが特徴の一つである。現在では多くの鉄道関係ユーザーが複数の作業能力を一台に集約する方法を採用する傾向にあり、これはユーザーにとってコスト削減と運用面での効率性を高める結果に繋がっている。PTOが装備されていれば、あとからでも任意で新しい作業用アタッチメントを取り付



写真—4 ドイツ鉄道の車両牽引作業



写真—6 フィンランドでの線路上除雪作業



写真—5 ハンガリー国鉄での線路脇草刈作業



写真—7 軌陸式救助工作車



写真一8 電化柱建植作業

け・取り外しすることで稼働率を上げることが可能である。牽引装置は除雪用プラウと共に取り付け可能であり、架線点検用の作業台やクレーンと共に線路上で重牽引トラックとして使用することも可能である。

日本の鉄道建設・運輸施設整備支援機構（JRTT）は、本多目的トラック軌陸車の有用性を最も的確に理解して利用している一社であろう。彼らは新幹線建設現場において、本多目的トラック軌陸車を重連牽引車・クレーン牽引車・電化柱建植用作業車として使用している（写真一8）。

5. おわりに

本多目的トラックは2021年に誕生75周年を迎える。軌陸車としては60年以上前から使用されているが、現在では本多目的トラック軌陸車はドイツや日本のような経済大国の鉄道インフラ大国に限らず、モータリシャスのような小さな島国の都市交通インフラ建設にも使用されている。これらのユーザーは、様々な作業に対応できる多様性もさることながら、一般道を普通に走行する本多目的トラック軌陸車の柔軟性もよく理解している。

鉄道インフラに対する国際的な投資は、都市化の推進・気候変動の抑制・モビリティ社会の実現に向けて日々成長を続けており、それに伴い軌陸車は従来の鉄道工事用車両に取って代わる強力且つ効率的な存在として多くのプロジェクトで使用が検討されている。鉄道特有の認証に関する要求事項の増加は、軌陸車導入プロジェクトの複雑性が増すことにはなるが、その一方で継続的な技術革新を確かなものに行っているのである。

本多目的トラック軌陸車はこの数十年、特に鉄道インフラ建設分野において高く評価されており、これから先も鉄道インフラ建設・保守のために重要な役割を担うことであろう。

翻訳：ワイ・エンジニアリング(株)

JCMA

【筆者紹介】

ホルガー・ドート (Holger Doth)
 ダイムラー・トラック AG
 メルセデス・ベンツ スペシャルトラックス
 軌陸車/空港車両担当セグメントマネジャー

