

在来線における電動式の軌道自動自転車の導入

黒谷 俊輔

当社はこれまでも、地球環境保全を経営上の重要なテーマとして、省エネ車両の導入などに積極的に取り組んできており、「2050年カーボンニュートラル」方針に沿って、一層のCO₂の排出削減を目指している。当社の線路保守部門においても、小型の保守用車両である軌道自動自転車（エンジン式）を電動式にすることでCO₂の排出削減を実現したので紹介する。

キーワード：電動式軌道自動自転車、リユースバッテリー、CO₂削減

1. はじめに

在来線の保線作業は機械化が進んでおり、保守用車に代表されるような大型のものから、小型の点検用機械まで、多様な種類の保守用機械を使用しているが、いずれの機械も化石燃料に依存しているのが現状である。

今回、線路設備の点検に使う軌道自動自転車から排出されるCO₂を削減するため、電動化に取り組み、現行の軌道自動自転車としての性能を維持しつつ、資源の有効活用という点にも配慮するとともに、信号通信などの他の設備への影響を及ぼさないことを確認・検証したのでこれを報告する。

2. 軌道自動自転車とは

軌道自動自転車（以下、点検カート）は、降雨や地震などの災害に見舞われた後に線路上を走行しながら、沿線環境や線路設備の状況を点検・確認するための小型保守用車両である。

名称に「自転車」が含まれているのは、その昔、足で漕ぐことを動力（写真-1）としており、自転車のように走行していたことの名残である。その後は急勾配区間を登坂する際に足漕ぎをアシストする形でエンジン駆動が導入され、現在はガソリンエンジンを動力として駆動している（写真-2）。

3. 電動式点検カートの開発

現行の点検カートはガソリンエンジン式のため、当然ながら走行時にCO₂排気ガスを排出する。トンネル

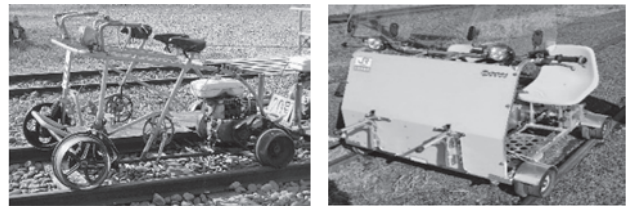


写真-1 足漕ぎ式点検カート 写真-2 ガソリンエンジン式点検カート

内で長時間アイドリングするような場合があると、排気ガスが滞留することも考えられる。そこでCO₂の排出を削減し、労働環境を改善するために排気ガスを排出しない電動式の点検カートを開発することにした。

基本的な性能（速度、制動、登坂、航続距離）や構造については現行の点検カートと同等以上とし、駆動方式を電動式とすることを基本とした。

求める主な性能は以下の6項目である。

① 走行速度

線路点検に必要な速度 30 km/h とした。

② 制動性能

平坦路で 20 km/h で走行する場合の制動距離を 30 m 以下とした。

③ 登坂性能

在来線の最急勾配 40% を湿潤・乾燥状態で登坂できることとした。

④ 航続距離

降雨や地震の際の点検で最も長い走行距離が約 25 km である。点検行程が変更することを考慮して、平均的な駅間 5 km を加えて 30 km 以上とした。

⑤ 信号通信設備に与える影響

電動モーターから電磁波（ノイズ）が生じる。この

電磁波が地上子（ATS）や踏切設備に影響を与えないことも要求する性能に加えた。

⑥車体重量

ガソリンエンジン式点検カートの車体重量は70 kgである。点検カートは離載線や転車する際に人力で運搬しなければならない。よって現行通り70 kg以下とした。

4. 試作機の製作

電動式点検カートの試作機を製作した(写真-3)。

従来、ガソリンによりエンジンを駆動させ、走行していたものを電気に置換えてモーターを駆動させている。

電気を供給するバッテリーにはリチウムイオンバッテリーを採用した。その際、国産電気自動車に搭載されていたバッテリーを再製品化したリユースバッテリーを採用することで、さらに資源を有効に活用することができた(写真-4)。

バッテリーは特殊な充電設備を不要とし、家庭用電源から容易に充電できるものとした。しかし、点検カートにバッテリーを搭載することにより、車両重量が増加した。そこで、バッテリーを点検カート本体と着脱可能な構造としてバッテリーを搭載しない状態で線路に離載線することを可能にした(写真-5)。また、バッテリーを充電する際は取り外して容易に可搬できるようにした。

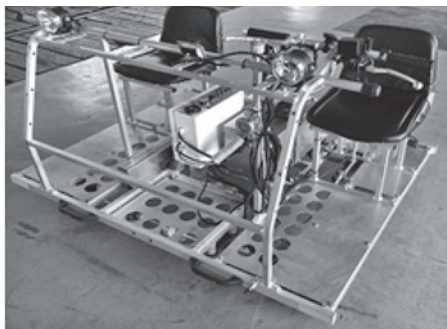


写真-3 電動式点検カートの試作機



写真-4 リチウムイオンバッテリー外観

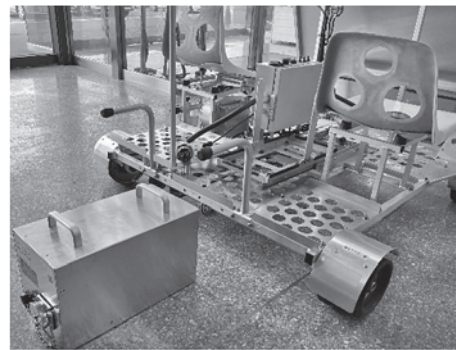


写真-5 バッテリー脱装状況

さらに以下の方法により軽量化することとした。

- ・軽量化仕様（肉抜き）のシートの導入
- ・前後持ち上げハンドルの簡素化（アルミ合金化）
- ・後進機能廃止に伴う後方灯の撤去
- ・前後進切替スイッチの撤去
- ・ホイールベース延長による前後重量バランスの改善

これらの軽量化により約4 kgの重量削減を施し、電動式点検カートの車体重量は96 kg（バッテリー重量27 kg含む）となった。バッテリーは着脱可能としたため、脱装状態での運搬では車体重量は69 kgとなり、現行のガソリンエンジン式点検カートより軽量化することができた(写真-6)。



シートの肉抜き

持ち上げハンドルの合金化

写真-6 軽量化対策の一例

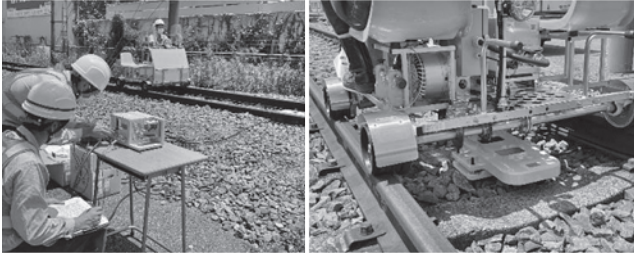
5. 各種確認試験

(1) 信号通信設備への影響確認試験

本線での走行試験の前に、電動式点検カートが発する電磁波や電磁界などが、営業列車を自動的に減速・停止させるATS地上子や踏切道への列車の接近と通過を検知し踏切設備を制御する踏切制御子などに影響を与えないか、試験線において確認試験を実施した。

試験線にて影響確認試験をするにあたり、地上子の中でも電磁波に対して脆弱とされる地上子を選定して設置し、電動式点検カートが発する電磁波や電磁界などが信号通信設備へ与える影響を確認した(写真-7)。

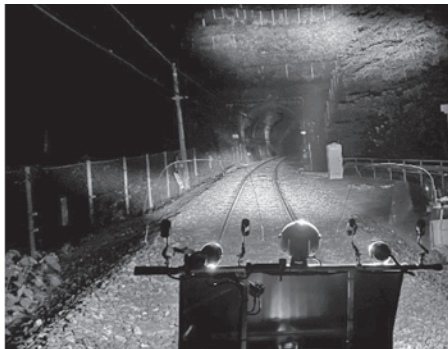
地上子直上に定置しての各種起動操作や惰行・力行運転、発進、停車、通過、などを繰り返し実施したが、地上子が故障状態となるような影響は見られなかった。



写真一七 試験線での試験状況

(2) 本線での性能確認試験

電動式点検カートの基本性能を確認するために紀勢本線で性能確認試験を行った（写真一八）。



写真一八 紀勢本線における性能確認試験

① 走行速度

様々な条件下であっても速度 30 km/h で走行できることを確認した。

② 制動性能

速度 20 km/h で走行している場合、30 m 以下で制動することを確認した。また、回生ブレーキ機構も機能していることを確認した。

③ 登坂性能

走行試験区間内の最急勾配である 25% の上り勾配を乾燥状態で登坂できることを確認した。

④ 航続距離

満充電状態で約 52 km を航続することができた。

⑤ 信号通信設備に与える影響

営業線にて走行を実施してきたが、踏切設備などに故障表示が出るような不具合は生じなかった。

(3) 長期走行試験

電動式点検カートが長期の実使用上で問題がないかを確認するために、2021年8月から2022年3月まで



写真一九 紀勢本線における長期走行試験

紀勢本線、東海道本線、高山線、飯田線、太多線、名松線、御殿場線で試験を行った（写真一九）。

試験確認した機能・性能を以下に示す。

① 登坂性能

飯田線で 40% の上り勾配を湿潤状態で登坂できることを確認した。

② 航続距離

航続距離はバッテリー残量に左右される。紀勢本線での性能確認試験は上り・下りの勾配が続く線形で、夏期に実施しており、モーターやバッテリーに負荷がかかる最も厳しい条件とは言えない。

そこで、厳冬期に上り勾配を登坂し続ける走行試験を行い、モーターやバッテリーに最も負荷のかかる環境下の航続距離を試験した。

御殿場線において大気温が 0 ~ -3℃ の時に、平均勾配上り 19% の区間で試験した結果、30 km を超える約 33 km の航続距離を記録した。

③ 信号通信設備への影響確認

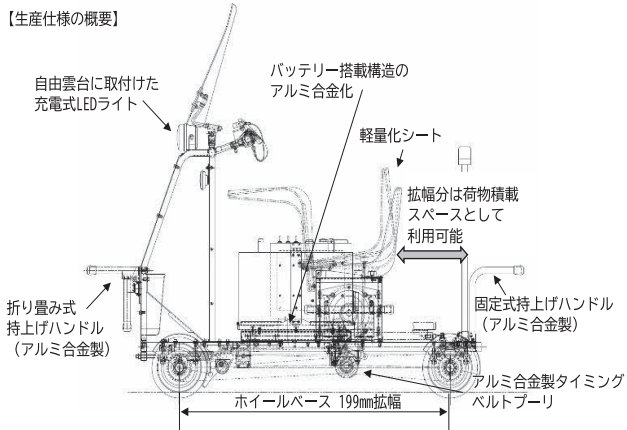
いずれの線区での試験においても、8 機器 21 種別ある全ての地上子に対して、電動式点検カートの電磁波や電磁界が起因となる故障などは発生しなかった。

2 台の電動式点検カートを用いて、延べ 28 回、走行距離約 150 km の走行試験を実施した。その間、著しい故障や不具合がなかったことから、実用上（操作性・耐久性・耐候性）において十分な性能を満たしていることが確認できた。

6. 最終的な仕様

本線走行試験を踏まえて、最終的な仕様を以下及び図一の通りとした。

- ・ホイールベースを 199 mm 拡幅、持上げた際の前後の車両重量バランスを均一にした。延長によりできたスペースは積載スペースとして活用した。
- ・作業灯は専用のものではなく、雲台により着脱可能な構造として、線路設備を点検する際に必要な照度を確保できるようにした。



図一 試験で得られた知見を踏まえた最終仕様

また、ガソリンエンジン式では課題であった騒音と振動を大幅に低減することができた。これにより、走行中の指令所などからの着信・通話や点検者同士の会話による情報の共有がストレスなくできることや、夜間に点検カートを使用した際、騒音による線路沿線住民に与える影響を心配することなく、走行することも確認できた。

今後は量産化に向けて仕業検査、機能検査、部分検査、全般検査の項目を見直し、点検カートの電動化への早期移行を実現していくことで、引き続き脱炭素化の取組みを推進していく。

J C M A

7. おわりに

今回、開発した電動式点検カートは、現行のガソリンエンジン式と同等以上の機能を維持したまま、CO₂の排出を無くすことができた。削減量は過去の使用実績より、年間約3.4トンである。

【筆者紹介】

黒谷 俊輔 (くろたに しゅんすけ)
東海旅客鉄道㈱
東海鉄道事業本部 施設部 保線課
主任

