

小型建設機械のバッテリー式電動化

山 田 喜 行

国内外の異常気象，自然災害の要因として排気ガスによる地球温暖化が指摘されて久しい。気候変動対策，脱炭素化に向けた取り組みとして，バッテリーによる小型建設機械の電動化の事例を，製品カテゴリー毎に環境負担の低減に止まらない効用と共に紹介する。

キーワード：気候変動対策，脱炭素化，SDGs，負担軽減，省力化

1. はじめに

三笠産業(株)は，人が搭乗しない小型建設機械の製造・販売に特化した会社である。

祖業のコンクリートバイブレーターをはじめ，コンクリートカッター，そしてタンピングランマーに代表される転圧機が主な製品である。

これら製品の基本機能は，初期の頃から変わっていない。市場からのフィードバックを元に，機能と耐久性を強化し続け，操作性，安全性，メンテナンス性の向上に努めるとともに，作業者や環境への負担の軽減に取り組み続け，今日の製品へと繋げてきた。負担軽減の取り組みは，製品の低騒音化や，排気ガスの低減，防振化等に結実している。現在，製品のバッテリーによる電動化に注力しているのは，この伝統の継承である。

2. 小型建設機械のバッテリー式電動化の利点

小型建設機械へバッテリーを搭載して電動化することのメリットを列記する。

- ・作業時の排気ガスが発生しなくなり，作業者と環境への負担を抑えられる。
- ・作業時のエンジン音がモーター音に替わることで，騒音の低減が期待できる。
- ・使用エネルギーがガソリンから電気に替わることでランニングコストの低減が見込める。
- ・オイル交換，フィルターのエレメント交換が不要となり，メンテナンスが容易となる。

また，リコイルロープの切断，キャブレーター詰まりなどのトラブルが生じない。

- ・エンジン式の始動時の操作（燃料コック，チョーク，リコイルロープ）が不要。

バッテリー式ではスイッチ操作となり，容易かつ速やかに始動できる。

一方，デメリットとしては以下が挙げられ，今後の改善を目指している。

- ・バッテリー容量と充電状態によって稼働時間が限られる。
- ・ガソリン式に比べて初期費用（製品＋バッテリー＋充電器）が高い。
コンクリートバイブレーターは元々電動式だが，バッテリー化で以下のメリットが生じる。
- ・電源ケーブルが不要で作業環境の拡大や省力化が期待できる。
- ・エンジンによる発電機を電源に使用しないことで，排気ガス，騒音を抑えられる。

3. タンピングランマーのバッテリー式電動化について

タンピングランマーを初めて電動化したのは，半世紀前の1975年（昭和50年），国産初の電動式タンピングランマー（写真—1）においてであった。

電源ケーブルにより給電し，一般家庭のコンセントからでも電源を取れる単相100Vの仕様とした。その開発の一番の狙いは，騒音対策であった。当時，建設作業の騒音が社会問題となっており，その回答として，この時期タンピングランマーをはじめ，様々な製品の電動化に取り組んでいる。電動ランマーを導入すると，静音性に加え排気ガスを出さないことから，トンネル内や建物の中など換気が難しい現場で使用され



写真一 国産初の電動式タンピングランマー



写真三 高出力バッテリー式タンピングランマー



写真二 バッテリー式タンピングランマー

るようになり、このことが現在のバッテリー式電動化への布石となった。

2021年（令和3年）、バッテリー式タンピングランマー（写真二）を発売した。

主力製品のMT-55シリーズを母体に、本田技研工業(株)の電動パワーユニット「eGX」を搭載している。タンピングランマーはその原理上、他の小型建設機械と比べて本体に伝わる振動が大きいため、バッテリーへの振動を許容値内に収めることが課題だったが、検討の末、バッテリーをハンドルに固定させて、防振機能を正しく働かせることで製品化した。作業者の負担低減のために開発した防振ハンドルが、バッテリー搭載の実現にも寄与した。

バッテリー式電動ランマーにおいては、ギアモジュールとギア比を見直し、総重量の増加に対応してフート内のスプリングを強化するなど、モーターでエ

ンジンと遜色ない性能を発揮するために様々な調整を行っている。

これに続いて、より高出力な「MTXシリーズ」の電動化に着手した。

高出力バッテリー式タンピングランマー（写真三）では、求められる高出力を実現するために、より大型のモーターと容量の大きいバッテリーを検討した。

検討の結果、競合メーカーである独ワッカー・ノイソン社を中心に使用されている「BOBバッテリー」を採用した。販売が海外中心なので、現地で入手しやすいバッテリーであることも採用時の重視ポイントであった。高出力バッテリー式タンピングランマーにおいてもバッテリー搭載に伴う重量の増加と振動の制御が課題であったが、バッテリー式タンピングランマーの開発で得られた手腕振動を最適バランスで収束させる知見とノウハウが活かされた。加えて駆動系を見直し、MTXランマーに相応しい高出力を実現した。

また、「eGX」搭載のプレートコンパクター（写真四）とバイブコンパクター（写真五）、「BOBバッテリー」搭載のプレートコンパクター（写真六）も開発しており、前者を「eシリーズ」、後者を「iシリーズ」と呼称して国内外で発売しており、特に環境問題を重視する欧州において、これらへのニーズが高い。

4. バイブレーションローラーのバッテリー式電動化について

新たな「eシリーズ」として、モーターを搭載し交換可能なバッテリーで動作する、充電式電動バイブレーションローラー（写真七）を開発している。



写真一４ プレートコンパクター



写真一５ バイブロコンパクター



写真一６ プレートコンパクター

この開発は、ディーゼルエンジンで実現しているバイブレーションローラーの性能や仕様を、モーターとバッテリーで再現することを意味した。バッテリーは、据え置き型も含め様々な候補を検討したが、作業者の利便性を第一に考え、本田技研工業の新しい交換式バッテリー「Mobile Power Pack e:」を搭載している。作業者がバッテリー交換をスムーズに行えるよう、2個のバッテリーを機体中央に横一列で収納するレイアウトを採用した。ハンドル部に液晶モニターを搭載し、警告表示やバッテリー残量、稼働時間計、現



写真一七 充電式電動バイブレーションローラー

在時刻、更にモーターの回転数を表示させることで、エンジンのバイブレーションローラーに比肩する始動性・操作性を実現している。

バイブレーションローラーを電動化することは、排気ガスを出さないことに加えもう一点、更なる低騒音化が図れるというメリットがある。バイブレーションローラーは既に国土交通省の超低騒音の規格値を満たしているが、充電式電動バイブレーションローラーでは規格値よりも18 dB下回る超低騒音を実現している。一層の静音性は、夜間や公共性の高い現場での作業に適しており、空気を汚さないことで換気の難しいトンネルや屋内の作業などにも対応するので、導入後の幅広い活躍が期待される。

5. バイブレーター製品のバッテリー化について

・充電式コンクリートバイブレーターの開発

充電式コンクリートバイブレーターを導入する際最も重視したのは、電源コード付製品の高出力を再現することであった。既存の18 Vバッテリーでは、求める性能を再現するには不十分であった。複数の会社が36 Vバッテリーを導入したことで、求める高出力な充電式バイブレーターを開発する道筋が付き、検討の末 HiKOKI 製のモーターとバッテリーを採用した。充電式軽便バイブレーター（写真一八）から開発を始めたが、ベースとした製品の振動筒径28 Φ・ホース長さ0.6 mに対して、顧客の買い替えを狙う考えから、ラインナップ化して振動筒径を32 Φ、ホース長さを1.0 m、1.5 mへ拡大することが求められた。高出力と手腕振動の抑制の両立が課題で、ベアリング・振子などの部品、ギア比などを見直すことで最適ポイントを探った。充電式軽便バイブレーターの開発に続き充電



写真—8 充電式軽便バイブレーター



写真—9 充電式電直バイブレーター



写真—10 充電式コテ型バイブレーター

式電直バイブレーター（写真—9）に着手した。充電式コテ型バイブレーター（写真—10）の開発を同時に進めたが、これらも高出力と振動抑制の両立に検討を要した。

これらは好評で、とりわけ外部振動機であるコテ型は構造物を外側から振動させるため、作業者の移動が多い分コードレス化のメリットが大きく、ニーズが高い。

・背負式コンクリートバイブレーターの開発

背負式バイブレーター（写真—11）では、MTX ランマーなどと同じ「BOB バッテリー」を採用している。高周波バイブレーターは振動数 240 Hz/48 V で設計されているが、ベースとしたワッカー・ノイソン社の仕様は海外で主流の 200 Hz/42 V であったため、振動筒の振子を見直すことで高周波インバーターと接続して



写真—11 背負式バイブレーター

使用する高周波バイブレーターと比べて遜色ない打設振幅を実現している。

バイブレーター部は 52 Φ・43 Φに加え、軽量な 32 Φを揃え、幅広いニーズに応じた。

バッテリーが MTX ランマーなど共通で、容量の多いバッテリーを搭載することで現場の給電に頼らず作業することも可能である。準備や片付けも容易で工程の短縮が期待できる。

6. おわりに

世界的な自然災害の激甚化・頻発化、生物多様性の危機が懸念される中、これらの要因の一つとされる地球温暖化へ歯止めを掛けるために、排気ガスの排出抑制は急務で、建設・土木業界においてもその取り組みが強く求められている。その責務を果たす所存である。

J C M A

《参考文献》

- 1) 三笠産業㈱ HP <https://www.mikasa.jp/>
- 2) 本田技研工業㈱ HP <https://www.honda.co.jp/>
- 3) BATTERY ONE HP <https://www.battery-one.org/en/>

【筆者紹介】

山田 喜行（やまだ よしゆき）
三笠産業㈱
管理本部 広報室
室長

