

新型バッテリー式フォークリフトの開発

FE25-1

大 田 章 夫・道 願 能 宏・中 澤 慶 一

フォークリフトは荷役運搬車両として物流倉庫や工場、木材業、水産業などで幅広く使われている。一方、燃料価格の高騰によるランニングコストの増大が企業経営の課題となっている。

そのため、環境負荷が大きく、ランニングコストのかさむエンジン式フォークリフトからクリーンでランニングコストが安いバッテリー式フォークリフトへのニーズが高まっている。

今回市場導入した新型バッテリー式フォークリフト「FE25-1」（以下「本機」という）（写真—1）では急速充電システムの開発や環境性能の向上、ICTの活用により、幅広いエンジン式フォークリフトユーザに対応することが可能となった。本稿ではその概要について説明する。

キーワード：FE25-1、バッテリー式フォークリフト、急速充電、長時間稼働、イージーメンテナンス、KOMTRAX、ICT

1. はじめに

近年、地球温暖化、大気汚染、悪臭、騒音公害等の環境負荷低減のため、CO₂や汚染物質を排出しないクリーンな機械や設備が求められており、産業車両や建設機械では、2011年以降、日米欧にて順次、排出ガス規制（Tier4 Interim, final）が導入されてきている。

フォークリフトにおいては、環境負荷が大きくランニングコストがかさむエンジン式フォークリフトからクリーンでランニングコストが安いバッテリー式フォークリフトへの転換を検討するユーザが増加しており、1t系フォークリフト総需要の75%は、既にバッテリー式フォークリフトに移行してきている。しかし、フォークリフト総需要の大半を占める2t系フォークリフトにおいては、次に挙げる理由から、いまだにバッテリー化率（総需要に占めるバッテリー式フォークリフトの台数比率）が30%程度に留まっている。

- 1) バッテリーは搭載スペースが制限されるため容量に限界があり、1回の満充電で連続して使える稼働時間が短い（4～6時間）。
- 2) バッテリーの満充電には時間がかかる（10～12時間）。また、短時間の補充充電ではバッテリー容量を回復できない。
- 3) バッテリーは充電と補水の管理が必要で、怠ると予期せぬバッテリーの劣化や交換（高額修理）が発生する。



写真—1 本機 外観

- 4) 電気／電子コンポーネントで動くので、水や粉塵に弱く、屋外稼働／屋外保管には向かない。
- 5) エンジン式フォークリフトと比較すると安定性等の性能が劣る。

本機は、車体での新技術や組電池としてのバッテリーシステム、急速充電器をはじめとするキーコンポーネントの開発により、上記の課題を解決した。

2. 開発のねらい

本機は需要の大半を占める2t系フォークリフトの環境負荷、ユーザランニングコスト低減をするために上述の1)～4)で述べた課題について取り組んだ。主なねらいと実施事項は下記のとおりである。

- (1) バッテリー容量を大きくすることなく長時間稼働

を可能とする急速充電システムの採用。

- (2) 面倒なバッテリー補水作業や充電準備作業を不要とするイメージメンテナンスバッテリーの採用。
- (3) 雨天での屋外作業／保管や粉塵の多い現場で作業を可能とする耐水、耐粉塵構造の採用。
- (4) 車両の稼働状況を把握し、お客様の安心と信頼をサポートする最新 ICT の採用。

3. 主な特徴

『品質と信頼性』をベースにした、より高い次元の「環境」・「安全」・「ICT (Information Communication Technology)」の追求が基本コンセプトである。

(1) 環境

- (a) 排出ガスがゼロ、かつ短時間での急速充電で長時間稼働が可能。

新開発の高出力定置式急速充電器（写真—2）により、1時間という短時間でバッテリー容量の最大60%を回復する急速充電を可能とした（図—1）。

昼休みや休憩時間を利用した急速充電により、1日当たりの稼働時間を大幅に延長することが可能なため、繁忙期による作業量の増加や急な残業にも対応可能である。

また、バッテリーの残量や温度に応じたインバータ制御による多段定電流充電によりバッテリーの長寿命化を図っている。

本コンセプトをもとに、排出ガスゼロによる環境負荷の低減、及び消費電力低減、安全性の追求と ICT 技術の活用を図り、商品力を大幅に向上した。以下にその概要及び特徴を紹介する。

- (b) 消費電力および車両重量低減により、稼働時間を延長。

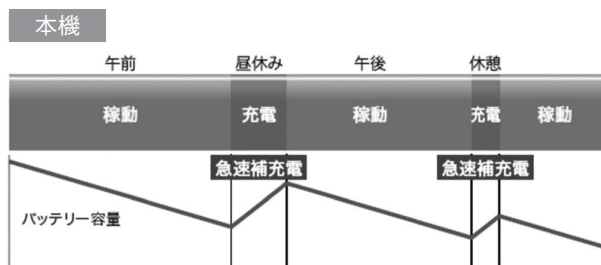
次の①～③の改善により、本機は従来車に対して消費電力を20%以上低減することで、バッテリー容量を



写真—2 定置式急速充電器



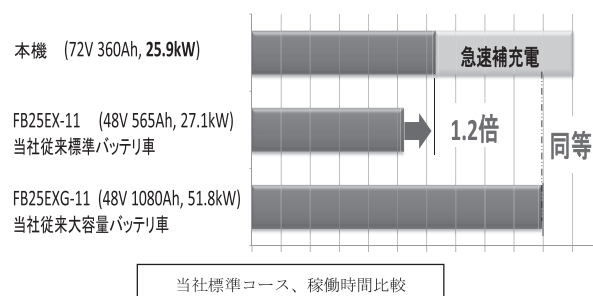
■稼働時間比較(当社標準テストコース、稼働率75%)



従来の電動式フォークリフト



図—1 運用パターンによる稼働時間の延長効果



図—2 バッテリー容量に対する稼働時間の延長効果

約4%低減しながら、稼働時間を1.2倍以上に延長した。

また、1時間の急速充電を実施することで従来の大容量バッテリーを搭載した車両と同等の稼働時間を確保した（図—2）。

① PM モータの採用

走行モータ、荷役モータに、永久磁石を使用した高効率のPMモータを採用した（図—3）。

「PMモータ」は、モータ回転子に永久磁石を使用しているため、従来の「IM」の回転子に必要であった誘導電流（2次電流）が不要であり、エネルギーロスを低減できる。

②消費電力を低減する新方式のモータ制御の採用

従来車は、モータ回転速度を基準に制御を実施していたため、起動・加速時等において必要以上のトルクが発生し、ピーク電力が大きくなり易かった。

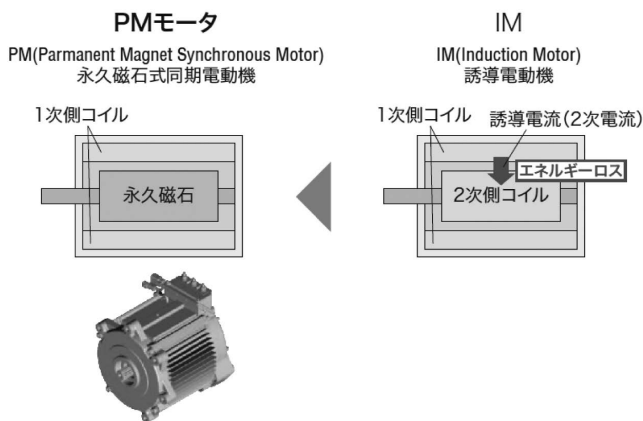


図-3 エネルギーロス低減効果

本機では、制御基準をモータ回転速度から必要トルクに変更することでピーク電力を抑制し、消費電力を低減した（図-4）。

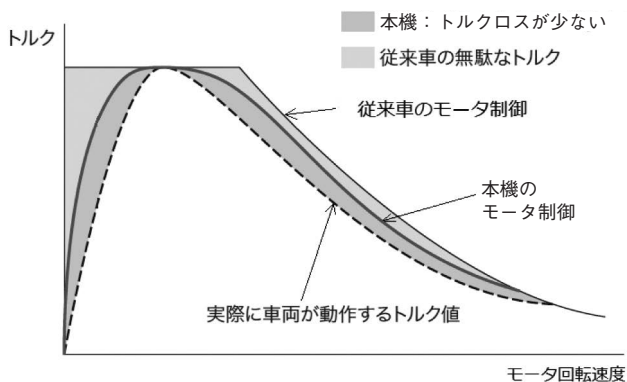


図-4 消費電力低減効果

③車両重量の低減

車両の重心バランスを全面的に見直し、バッテリー搭載位置を後方にレイアウトすることで、従来車と比較し約200kgの重量低減を実現し稼働時の消費電力を低減した（図-5）。

(2) 安全

(a) 補水不要なイメージメンテナンスバッテリー¹⁾

イメージメンテナンスバッテリーは、一般的にVRLA



図-5 バッテリー搭載位置

バッテリー（Valve Regulated Lead Acid Battery：制御弁式鉛蓄電池）と呼ばれる、補水不要のバッテリーである（図-6）。

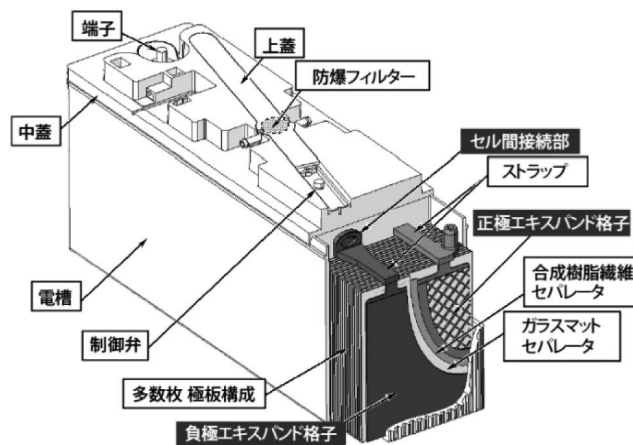


図-6 イメージメンテナンスバッテリー構成

従来の液式鉛蓄電池に対して、イメージメンテナンスバッテリーの電解液は正極、負極の吸液性ガラス繊維セパレータに含有している量だけとなっている。

また、充電中に発生した水素ガスを負極板が吸収することで水に循環され、外部への水素ガス発生が少ない。

この2つにより従来の液式鉛蓄電池で必要であった面倒な補水が不要になるとともに安全性を確保している。

(b) 耐水性、耐粉塵性向上

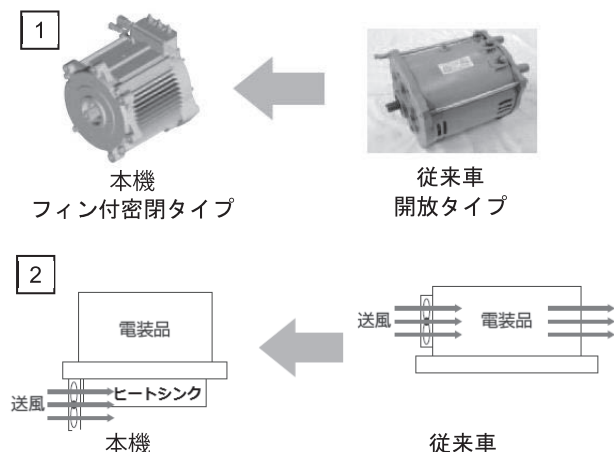
モータ、コントローラを密閉化し、冷却システムを内部通風式からヒートシンクによる冷却へと変更したことで、電装品に粉塵を含んだ外気を直接取り込まない構造にした（図-7）。

さらに、防水コネクタの採用、防水カバーの設置により、耐水、耐粉塵性を向上したことで、雨天での屋外作業／保管や粉塵の多い現場で作業、ホースを使った洗車が可能である。

また、従来バッテリーフォークリフトは充電時にバッテリーから発生するガスを換気するために、バッテリーフードを開けた状態で充電をする必要があり、屋外で充電が不可能であったが、前述のとおり、イメージメンテナンスバッテリーは水素ガスが発生しにくい構造であることと、バッテリーコンパートメント内の水素ガスをファンで強制換気することで、充電時のバッテリーフード開放作業を不要とし、屋外での充電を可能とした（図-8）。

(c) 防水、半嵌合検知式の充電プラグ

充電時における充電プラグの差し込み不良による火災を予防するため、本機では、半嵌合検知式の充電プ



図一七 耐水性、耐粉塵性向上概要



図一八 本機充電例

ラグを採用した（図一9）。半嵌合状態で充電をした場合、車両火災の原因となる異常発熱が起きることがある。これを予防するため、当充電プラグは、プラグの嵌合を検知する信号線を有し、信号線の断線を検知して充電を停止する。また、耐水、耐粉塵性を車体レベルに向上、接点の大容量化をすることで、屋外での充電、急速充電を可能とした。

(d) 安定性の向上

従来車に対して、ロングホイールベース化および前輪トレッド幅の拡大をすることで、走行時の居住性、作業時の前後の安定性を改善している。

(3) ICT

(a) カラー液晶マルチモニタ

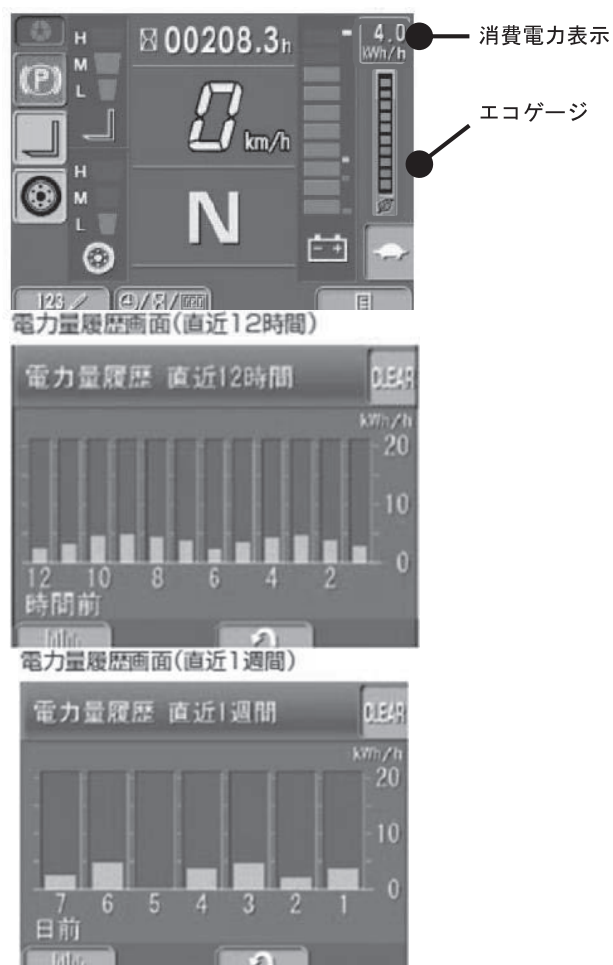
建設機械と共通思想のもと、新規開発の大型カラー



図一九 防水、半嵌合検知式充電プラグ

液晶マルチモニタを搭載した。車速やバッテリー残り容量などの車両状況を把握可能とし、走行・荷役パワーモード設定や車速制限などのセットアップも容易にした。また、ボタン操作により稼働時間、充電電力量、電力料金や積算 CO₂ 排出量などその他さまざまな情報を得ることができる（図一10）。

(b) バッテリー式フォークリフト業界初の KOMTRAX
バッテリー式フォークリフトにおける KOMTRAX は、車両の稼働状況、位置情報、故障履歴把握等の車



図一10 マルチモニタ情報

