

360° 操舵機能を搭載した新型バッテリーフォークリフト

New Electric Counter-balanced Forklift Truck with 360 Degrees Steering Function



Rocla Oy

三菱ロジスネクスト(株)の欧州拠点のひとつである Rocla Oy(以下, Rocla)はフィンランドで1942年に暖房用機器製造会社として創業,その後1950年代から屋内での搬送用機器の製造を開始,1992年からは三菱重工ブランドの製品を供給している。カウンターバランス式バッテリーフォークリフトにおいては,日本設計の製品を製造していたが,2014年11月にRocla設計の製品(以下,EDiA EX)を初めて発売し,北欧独特の機能性のある美しいデザインに多くのお客様から好評を頂いている(三菱重工技報 Vol.54 No.1,“フォークリフトにおけるレッド・ドット・デザイン賞の受賞”)。今回はEDiA EXと同シリーズ製品として2018年8月に発売した新型バッテリーフォークリフト(以下,EDiA EM)の紹介と,同製品セグメントで世界で初めて導入された360°操舵機能について解説する。

1. EDiA シリーズのコンセプト

EDiA シリーズの最重要コンセプトはユーザエクスペリエンスであり,様々なお客様とコミュニケーションをとり,お客様自らの経験や作業文化に根付いた商品を具現化することである。お客様の使用環境は様々であり(図1),そのニーズを知ることはとても重要である。図2に示すように,上段の360°操舵機能やチルト自動水平機能などの作業の容易化や作業時間を短縮する“作業効率”,中段の高視界性やヒルホールド,コーナー自動減速などの“安全性”の確保,下段の乗降性や各種操作機器の調整機能などの人間工学に基づく“快適性”などのユーザが使用時に製品の良さを実感できる特徴を重視している。これらの特徴と洗練されたデザインを調和させた製品シリーズを目指している。



図1 フォークリフトの使用例



図2 EDiA EM のコンセプト

2. EDiA EM の製品特徴

2.1 車両デザイン

前モデルに対して居住空間と乗降間口を 25mm 拡大することで、体格のいいオペレータが快適に操作し、またダッシュボードの高さやマストのアタッチメントホースの配置改善などにより前方視界を広げて操作性を向上させた(図3)。図4にインテリアデザインを示す。シリーズコンセプトとしてEDiA EXと同様のユーザインターフェースを採用した。小径ステアリングとアームレスト式荷役操作レバー、アクセルペダルとブレーキペダルの配置は人間工学とお客様からのフィードバックに基づいた最適な配置とし、オペレータの疲労低減に貢献する。カラーディスプレイは多言語対応ではあるが、極力文字を減らし目で意味を理解することが可能なアイコンを多数使用し、操作が簡単なデザインとした。北欧では主要装備であるキャビン内装においては、ヒーターやワイパー等の操作スイッチをオペレータの視界の中の見やすい位置に配置、開閉しやすい長いドアハンドル、視界を妨げない大きなガラス窓と低位置ワイパーモータ、車内灯やラジオユニット装備など、作業中でもマイカーのように安心して快適な環境をお客様へ提供する。



図3 居住空間と乗降間口の改善



図4 インテリアデザイン

2.2 アシスト制御機能

EDiA EM に搭載されている操作アシスト制御機能は EDiA EX から継承されている。一つは、走行荷役の操作速度に応じて設定速度を調節する機能である(図5)。素早くフルストロークまで操作したときはクイックな動作に、ゆっくりと操作したときはソフトな動作になる。二つめは、タイヤの角度に応じて旋回中の走行速度を細かく滑らかに変化させる機能である(図6)。両制御ともお客様の声を反映し、安全性と作業性を両立した設定になっている。他にもユーザエクスペリエンスデザインに基づく制御機能を多く装備しているが、次章で EDiA EM に新規搭載された“360° 操舵機能”について解説する。

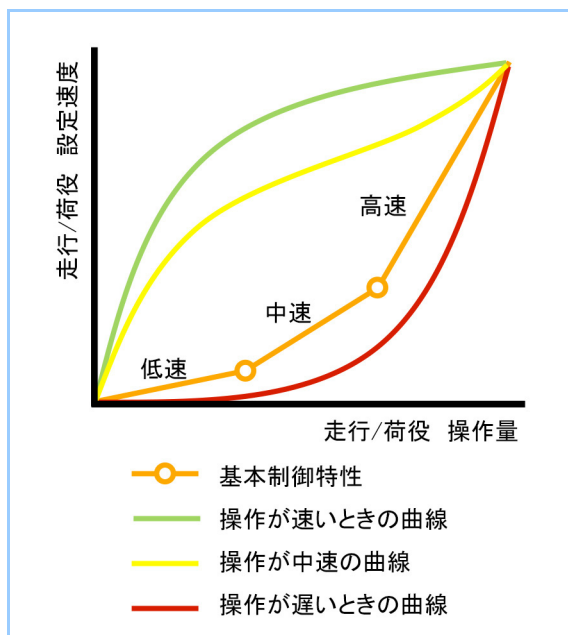


図5 操作速度感応型の制御カーブ

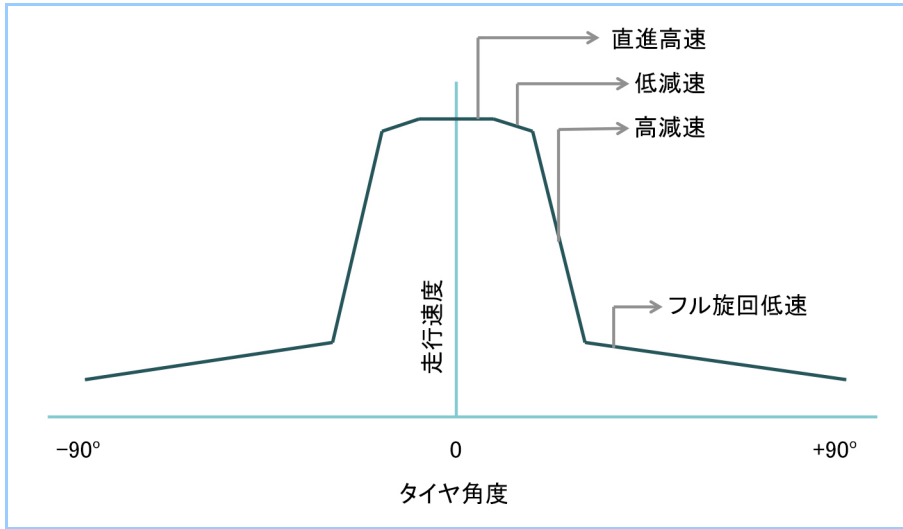


図6 旋回時の自動減速制御

3. 360° 操舵機能

3.1 360° 操舵機能の説明

図7に示すように、従来は荷取りや荷置きのためにフォークリフトの進行方向を180° 切り替える際に後進旋回⇒停止⇒前後進切替⇒発進⇒前進旋回の作業が必要だった。この旋回作業中に作業者はステアリングホイールの左右の切り返しを要求される。タイヤ角度が左右 90° (計 180°)に達した時点で操舵角は限界点となり、ステアリングホイールをそれ以上同じ方向に動かすことはなかった。一方、360° 操舵機能はタイヤが 90° 付近に達した時にステアリングホイールを戻さずに同じ方向にさらに回し続けるだけで、旋回中に自動で前後進を切り替えることができる機能である。図8に旋回中のタイヤの動きと左右モータ回転数比を示す。後方への直進走行から旋回を始め、ステアリングホイールを回し続けて前方への直進走行に至るまでの各部位の動きは次の通りである。

- (1) タイヤは 90° を超えて切れ続け、前方直進状態の 180° に達する。
- (2) ステアリングホイールのノブ位置は前方直進状態になった際に正規位置に戻る。
- (3) 左右の両走行モータは旋回を始めた時に後進側の回転を下げ始め、タイヤ角 90° で左右モータが回転比 1:1 で逆回転して最小旋回半径に達する。その後前進側の回転を上げ、直進状態で左右とも前進 100%の状態になる。

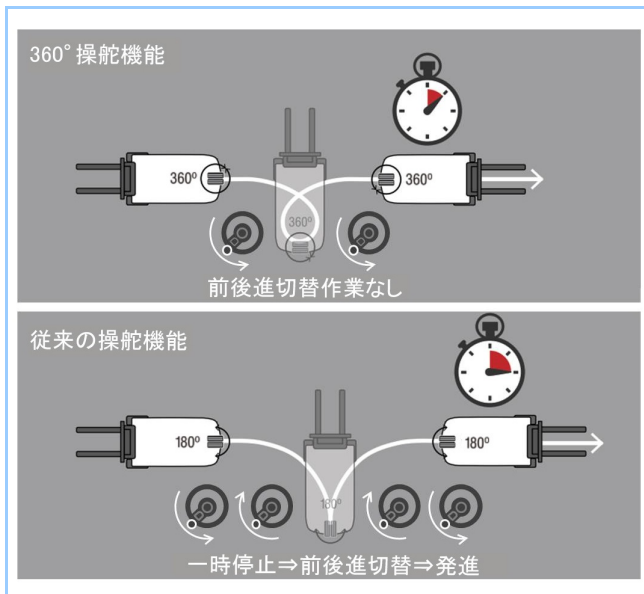


図7 360° 操舵機能と通常の操舵機能の比較

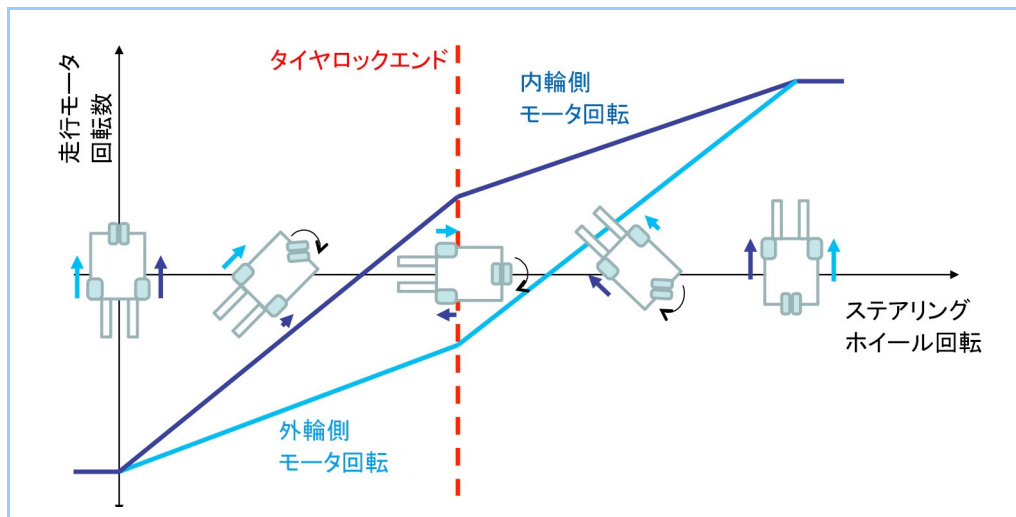


図8 旋回中のタイヤの動きと左右モータ回転数比

これらの制御機能を実現するために、左右輪に独立した走行モータ、ステアリングホイールとタイヤの機械的接続がないステアバイワイヤシステム、360°回転できる操舵輪、ニュートラル位置に自動復帰する前後進操作スイッチなどを装備しておく必要があった。また、あらゆる予期せぬ操作をしても挙動が安定し連続したスムーズな方向転換ができるように、きめ細やかな制御チューニングを行った。その結果、一連の動作の中で前後進を連続的かつスムーズに自動で切り替えることができるようになった。

3.2 360° 操舵機能の利点

360°操舵機能を使用することで、方向転換する際の停止・発進の時間を節約して作業効率が向上するほか、狭いスペースでの容易な転回、積荷にかかる遠心力や加減速による負荷を減らすことができる。また、スムーズな挙動によりオペレータへの負荷を減らして疲労低減、タイヤの摩耗低減効果も期待できる。なお、従来ながらの操舵機能を好むお客様には、従来式を選択できる仕様となっている。

3.3 360° 操舵機能の適用事例

図9に適用事例を示す。工場の積荷をトラックなどの運搬車両へ積み込む作業を実施する場合、トラックと集荷場を往復する作業パターンとなり、360°操舵機能によってどれほど作業時間を短縮できるかを試算する。

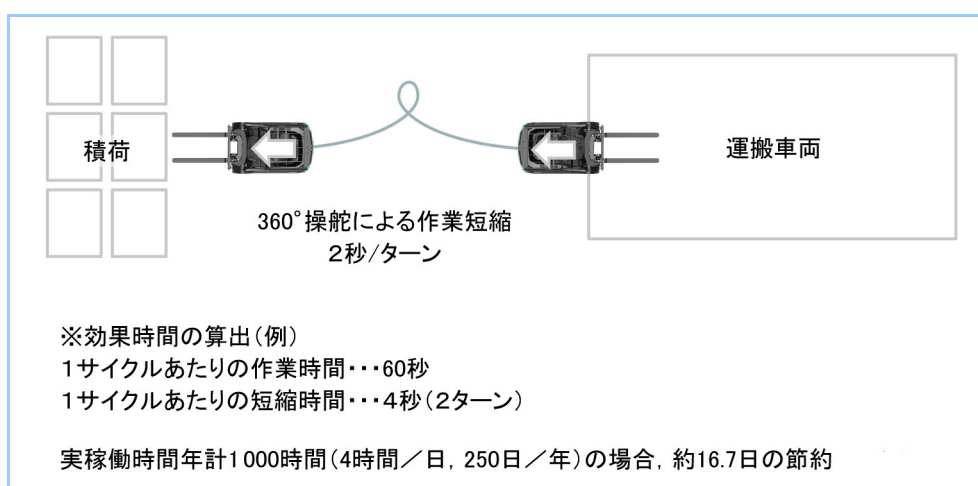


図9 360° 操舵機能の適用事例

- 1ターンあたり約2秒の時間節約が得られる。(Rocla による比較検証結果。実際は運転者や環境に依存する)
- 本適用事例では1作業サイクルあたり2ターン、計4秒の節約効果が得られる。

- ・ 仮に1作業サイクルあたり 60 秒の時間を要すれば、時間短縮効果は 6.7%。
- ・ (休憩時間等を含めた)実稼働時間を年計 1000 時間(4時間/日, 250 日/年)と仮定すれば, 16.7 日短縮できる。

上記作業時間の短縮に加え作業も安全になり, オペレータへの負荷も低減する。また, スムーズな旋回によって積荷にかかる遠心力等の負荷が減ることから荷崩れや商品ダメージへのリスクも低減する。

4. 今後の展開

欧州のフォークリフトメーカーはユーザーニーズに応え, 世界に先んじて作業効率の向上, 作業者への負担低減, 安全性の向上に努めた製品や物流ソリューションを展開してきた。このような流れの中で, お客様の課題解決やフォークリフトの上手な使い方の提案を積極的に行い, ユーザーエクスペリエンスデザインを軸に今後もお客様の近くで価値を提供し続けていく。