

eミキサⅢの開発

木本 恵介

1 はじめに

KYB熊谷工場では主力製品であるコンクリートミキサ車のラインアップとして、電子制御ミキサ車（以下eミキサ）とマニュアルミキサ車を揃えている。大きな違いは、eミキサは、油圧機器を電気信号で制御するのに対し、マニュアルミキサ車は、運転手の手動操作によって制御をしている。

eミキサの特徴として、積載量の負荷状況により油機の流量を最適に制御することにより、エンジン回転数をマニュアルミキサ車の約半分に抑え、低騒音・低燃費を実現している。また、コンパクトなハンディタイプのリヤコントローラを装備しているため操作範囲が広く、生コンの排出口付近でも操作可能である。自動洗浄・自動混練のプログラム運転、走行時の自動攪拌、逆転防止といったユーザのニーズに合わせた機能も装備している。

eミキサは2004年10月に初代モデルが販売され、2011年10月にはモデルチェンジを行い、現行型のeミキサⅡ（写真1）を販売した。2020年には累計総出荷台数は1800台となる見通しである。本報ではモデルチェンジに向け開発中のeミキサⅢについて紹介する。



写真1 eミキサⅡ

2 開発背景

2.1 お客様へ安心・安全の提供

過去、システムに生じた異常に対しユーザより「どのような対処をするのか」と担当営業員へ問い合わせが多く寄せられた。

eミキサⅡはエラーが発生すると、ECU^{注1)}に実装されている7セグメントのLED表記が点灯し通知する。その数値を読み取り、取扱説明書と照らし合わせることでエラー内容を確認できる仕組みとなっている。しかし、作業現場において照らし合わせる等の対応は難しい場合も多く、担当営業員への問い合わせが常となっていた。

注1) Electronic Control Unitの略

2.2 アフターサービスの実情

ミキサ車のサービス工場は全国に数多く存在するが、多くの工場は電子部品の取り扱いに不慣れである。そのため、その地域のeミキサのアフターサービス体系が十分に整備されていない場合も多く、その地域には拡販も進んでいなかった。

2.3 情報を活用したサービス提供

ユーザよりミキサ車に求められる機能向上として従来は「軽量化」、「ドラム内の洗浄性能の向上」、「低燃費」、「低騒音」の要求が主であったが、昨今では「故障予防」等の情報提供も重要な機能となってきている。理由は、油圧ポンプモータ、ドライブラインの無点検、整備不良等が原因で重大な故障に繋がるからである。突然のトラブルは当日の配車計画の見直しだけではなく、交換部品の手配に時間がかかり長期で稼働出来ない場合もある。

これらの背景を受け、eミキサとそれを取り巻く環境に配慮した仕様を構築し実現するための開発を開始した。

3 システム概要図

図1はeミキサⅡ、Ⅲのシステム比較図である。

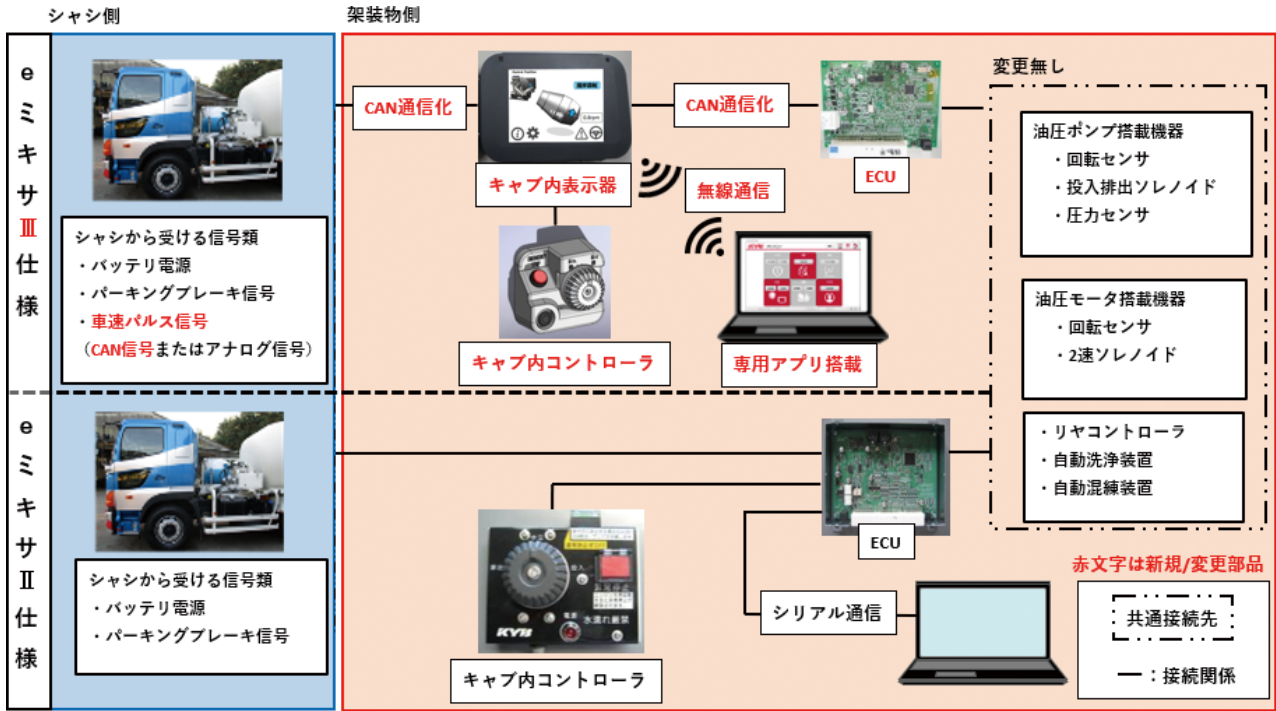


図1 eミキサIIとIIIのシステム比較図

新規部品である赤字の機能について紹介する。

4 新規部品の概要

4.1 キャブ内表示器（以下、表示器）の採用

第2項の開発背景からわかるように、エラー内容、交換部品、緊急性の通知を含めたミキサ車の状態の見える化は、非常に重要である。合わせて、ユーザ自身の操作が常に確認できれば安心を提供できると考える。また、保守・点検を必要な時期を通知することで、ユーザの運行サポートを可能とするシステムになる。

以下に代表画面を示す。

1) 「走行中」の画面（写真2）

(a) 「コントローラ操作位置」の表示

キャブ内1ヶ所と車両後方3ヶ所で合計4か所にコントローラを設置しているが、どのコントローラに操作の優先権があるか確認したいとの要望があり、操作位置にフラグを立てて表示することとした。

(b) 「ミキサ車状態通知」の表示

表示内容は、「攪拌回転」、「投入回転」、「排出回転」、「攪拌解除」、「eco」、「自動洗浄中」、「自動混練中」がある。

(c) 「ドラム回転方向」の表示

走行中に生コンを道路へ絶対に溢してはならないため、逆転防止機能が設定されている。そ

の上でも、ユーザはドラム回転方向に注意を払って運転している。そのため、バックミラーで回転方向を判断することに気を取られがちである。表示器に回転方向を示すことで、容易に判断が可能となり運転をサポートすることが出来る。表示器では回転方向と生コンの移動方向も示しており、初心者でもわかるような仕様になっている。以下詳細を示す。

システムの制御別に3パターン設定している。

- ・「攪拌回転」は青矢印で、指示は上方向を示す。グレーの矢印は生コンクリート（以下生コン）の動きを示しており右下方向を指示する。
- ・「投入回転」は黄色矢印で、指示は上方向を示す。生コン移動方向の矢印は右下方向を示す。
- ・「排出回転」は赤色矢印で、指示は上方向を示す。生コン移動方向の矢印は左上方向を示す（写真3）。

(d) 「ドラム回転数」の表示

(e) 「走行中」のアイコン

走行中は操作入力を受け付けないため、走行中のアイコンを表示して示す。

(f) 「エラー通知」のアイコン

エラー発生時に点灯し通知を行う。ボタンを押すとエラー履歴画面（写真5）へ移動する。

(g) 「設定」のアイコン

設定画面（写真6）に移動する。

(h) 「メンテナンス」のアイコン

定期点検情報が更新された場合に、点灯する。アイコンをタッチする事で、メンテナンス画面（写真4）へ移動する。

2) 「停車し排出中」の画面（写真3）

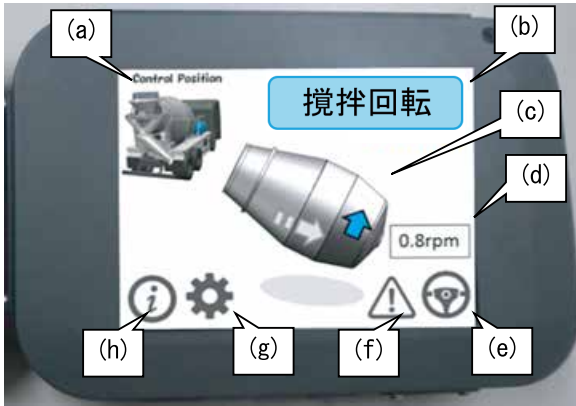


写真2 「走行中」の画像

(i)車両後方右下の操作位置を示す。

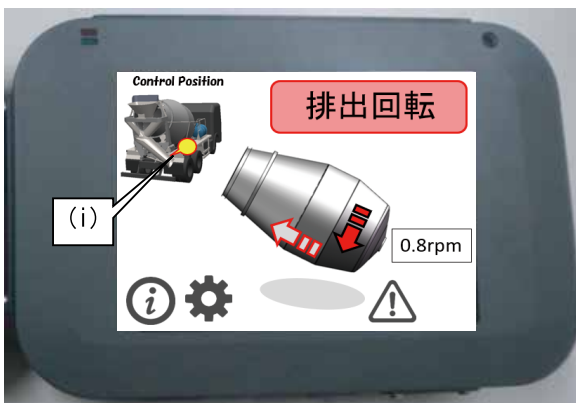


写真3 「停車し排出中」の画像

3) 「メンテナンス」の画面（写真4）の説明

定期点検の条件になったタイミングで、対象のアイコンが点灯しユーザへ通知する。



写真4 「メンテナンス」の画像

4) 「エラー履歴」の画面（写真5）の説明

エラー発生日時、内容を記載する。エラー表記部をタッチすると詳細画面へ移行し、処置の緊急性の有無と処置の確認手順、交換部品が表示される。

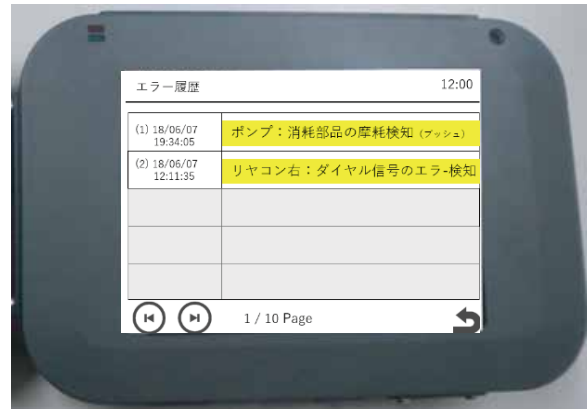


写真5 「エラー履歴」の画面

5) 各種機能の「設定」画面（写真6）のアイコン説明

新規で搭載した機能を以下紹介する。

(j) 「運行記録」のアイコン

本機能は作業中にエラーに現れない異常やユーザが違和感を感じた動きを後に再確認して頂くためのツールとして搭載した。表示内容ではエンジン回転数、ドラム回転数と操作記録を確認することができる。

このログデータは新規で追加したメモリ機能から表示を行っている。2パターンのログを取得おり、1つは未知のエラー解析を目的とした細かいログと機器類の経年データ、使われ方調査が目的のログである。このようなデータは今後のICT、IoTシステムと連携することで、故障予知や、使われ方を把握することが可能になる。これは最適設計へのフィードバック等、重要な解析材料となるため、システムの重要な機能となっている。

(k) 「その他」のアイコン

輝度設定、言語選択を行う画面へ移行する。

(l) 「Bluetooth」^[注2]のアイコン

これまで、車両とPCを有線接続し車両設定、チューニング作業を行っていた。工場内、ユーザのプラントでは屋外作業の場合も多く、天候が理由で作業日程の変更等もあった。また、納車後の作業の場合、ボルト締めしているカバーを取り外し、ECUに直接、通信ケーブルを接続するため手間となっていた。これらの対応として無線化することとし、課題を解決した。

ただし、セキュリティの観点から無線使用者は限定された作業者としている。

注2) Bluetoothのマークは、Bluetooth SIGの商標である。

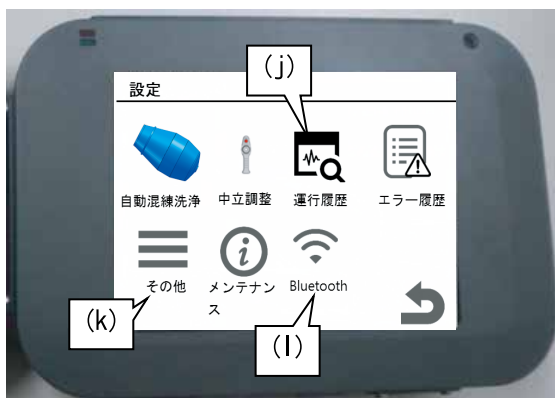


写真6 「設定」の画面

4.2 サービスアプリケーションの開発

同時に開発を進めているサービスアプリケーション（以下アプリ）について紹介する。

サービスアプリケーションとはeミキサの車種毎のチューニング、パラメータ設定を行うツールである。従来のチューニングは作業者が手作業で一台ずつ規定のドラム回転数になる値等をトライ&エラーで設定値を導き入力していた。この作業は人によるばらつきが発生する可能性があるため、定量的な作業と判断を提供できるツールが必要であった。

ログイン時（図2）は担当部署IDにより作業範囲の権限が定められており、その範囲にてチューニング作業、パラメータ設定が可能となる。

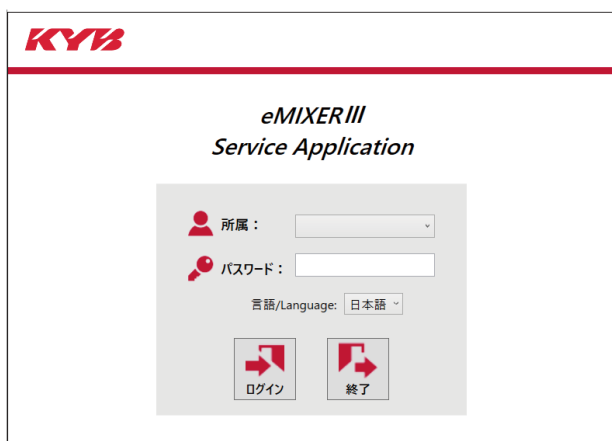


図2 サービスアプリケーションログイン画面

本アプリにログイン後、メインメニュー（図3）へ移動した後のチューニングについて以下手順を説明する。



図3 アプリのメインメニュー画面

チューニングボタンを押すと、出荷調整画面（図4）へ移行する。実施内容としては13項目ある。上から順に作業を進めて行く方式をとっており、抜けが無い様にしている。



図4 出荷調整画面

以下調整において、工数がかかっていた作業を説明する。

(a)油圧ポンプ制御用ソレノイドの調整

流量を決定する油圧ポンプには、個体差があるため、ソレノイド電流値を調整しドラム回転数を決めている。現状は、手でリヤコントローラのダイヤル中立位置から投入、排出方向へそれぞれ回り始める位置と回り出し回転数を確認し、調整している。本アプリでは、自動での調整が可能となる。

(b)「1速2速変速ショック」の内容

油圧モータは、負荷に応じ容積を2段階に切り替えている。容積の切り替えに合わせ、ポンプの吐出流量も制御しているが、油圧部品の個体差により、容積の切り替えのタイミングでショックを感じる。それを解消するため、ポンプのソレノイド電流値を調整し、吐出流量を適正化することで、スムーズな切り換えを可能とする。この調整も自動で行う。

また、サービス工場向けとして、部品交換別の

チューニング用画面（図5）も準備しており、作業者は部品交換後、画面の指示に従って調整作業をするだけとなっている。

交換部品選択	
部品	選択
ECU/表示器	<input type="checkbox"/>
ポンプ/モータ	<input type="checkbox"/>
投排ソレノイド	<input type="checkbox"/>
2速ソレノイド	<input type="checkbox"/>
回転センサ/圧力センサ	<input type="checkbox"/>
コントローラ	<input type="checkbox"/>

図5 アプリの交換部品選択画面

5 課題と対応策について

eミキサⅢでは、表示器が追加となるシステムとなるため、部品費が純増している。現状のユーザの買い替え時の負担を抑えるためにも、原価低減は必須である。以下に、実施内容を記載する。

5.1 ハーネス費用の削減

現状、eミキサⅡのメインハーネスは、数種類の設定が存在するが、eミキサⅢではメインハーネスを1種類とし原価を抑えた。また、CAN通信化することでハーネス本数11本から2本へ省配線化も行った。さらに、海外に生産拠点があるサプライヤに変更することでコスト削減が可能となった。

5.2 特別仕様のハーネスを標準仕様に追加

2015年～2017年の3年間にeミキサ購入時の特別仕様の設定比率を調査した。調査の結果、特定の電装系の特別仕様が90%以上装着されていることが判明した。それにより、特別仕様ハーネスをeミキサⅢの標準ハーネスに組み入れることを検討した。検討の結果、下記理由より、コストダウンが見込めたため、実施することとした。

- ①組付け作業が全て同工程の作業となるため、工程工数が約半分になると見込まれた。
- ②複数の特別仕様用配線を車両に組み付ける際の合体加工が不要となり、工数低減が見込まれた。
- ③新規サプライヤは、比較的low価格のためメインハーネスが大型化してもコストへの影響が少ないと見込まれた。

5.3 樹脂化による原価低減

現行のECUケースはステンレス製カバーと複雑な板金部品との組み合わせで構成されていた。新型ではこれを樹脂化（写真7）することと、搭載する

ECU基板サイズ（写真8）を20%小型化することで、合わせてVEアイテムとした。コスト低減割合は30%以上で重量では25%以上の軽減となる。

また、eミキサⅢではキャブ内コントローラ（図6）のVEも実施した。筐体を樹脂化することで原価低減、操作性向上、コンパクト化を実現した。結果、コスト低減割合は25%以上、体積は20%以上の小型化となった。

小型化により従来はセンターコンソール付近にキャブ内コントローラを設置していたが、操作性の良い右前方インパネ上部へ設置が可能となった。



写真7 ECU樹脂ケース



写真8 ECU

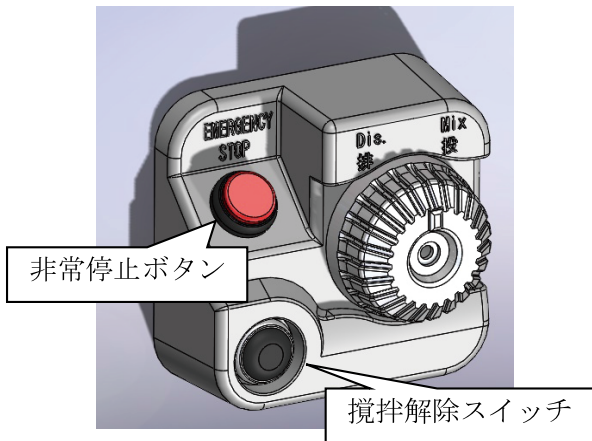


図6 キャブ内コントローラ

6 おわりに

近年、建設土木業界においてICT、IoTを利用した高効率施工を目指した取り組みが数多く行われている。多くの企業が関係する施工現場において、今や企業の垣根を越えて情報が共有され1つのシステムとして動き出している。eミキサⅢも施工現場の役割を担う一端として社会やユーザに必要とされるべく開発した製品である。国内トップシェアのKYBとしても、eミキサⅢを更に進化させてIoT化を進めていく。

最後に本開発に協力して頂きました関係者の皆様に厚く御礼申し上げます。

著者



木本 恵介

2012年入社。特装車両事業部熊谷工場技術部。開発製品関連の業務に従事。