

〈研究発表〉

大野市木質バイオマス発電所におけるタブレット端末の導入事例

阿部 裕一郎¹⁾, 浦上 和也²⁾, 小川 正浩³⁾

¹⁾ 株式会社神鋼環境ソリューション
(〒651-0086 神戸市中央区磯上通2-2-21 E-mail: yi.abe@kobelco-eco.co.jp)

²⁾ 株式会社神鋼環境ソリューション
(〒651-0086 神戸市中央区磯上通2-2-21 E-mail: k.uragami@kobelco-eco.co.jp)

³⁾ 株式会社神鋼環境ソリューション
(〒651-0086 神戸市中央区磯上通2-2-21 E-mail: m.ogawa@kobelco-eco.co.jp)

概要

福井県大野市に建設した木質バイオマス発電所において、急速に応用分野が広がっているタブレット端末を、現場操作端末として導入した。中央監視制御装置(DCS)の画面をタブレット端末に表示することにより、現場での運転操作や点検作業に活用した。また、木質バイオマス発電の安定運転の為に、ホイローダにタブレット端末を搭載し、運転員が投入チップの種別及び重量を打ち込むことで、DCSでのリアルタイム管理を実現した。本発表では、タブレット端末の導入事例としてシステムの構成やチップ投入管理、今後の課題について報告をする。

キーワード：木質バイオマス発電、タブレット端末、DCS、ICT

原稿受付 2016.7.11

EICA: 21(2・3) 117-121

1. はじめに

プラントのプロセス制御は、DCSやPLC+SCADAによって実行されていて、操作が中央制御室から行われる中央集中型の構成となっている。この構成が、プロセス制御の自動化の精度向上や、省人化に大きく貢献している。

一方で、試運転、点検、トラブル発生時や、機器個別の事情によって、機械設備の直近で動作や状態を観察しながら運転操作する「現場操作」も必要である。この操作を行うために、使用頻度は少ないが、全機械設備に対して、常設の固定現場操作ボタンを個別に設けるという非効率性を止む無くしている。

こういった課題に対して、かねてから、現場操作盤の省略の代替として、Ethernetのコネクタを現場各所に設け、ハンドヘルドコンピュータを必要時のみに接続して用いたり、現場制御盤に可搬型タッチパネルを接続したりする試みを実施してきた。しかしながら、可搬型のメリット以上に、運転員が操作の複雑さを感じて馴染まず、期待ほど定着してきたとは言えない状態である。

社会情勢として、日常生活の中でスマートフォンやタブレット端末などのモバイル端末が急速に普及し、

運転員の端末操作への抵抗感が少なくなっている。また、この普及が、機器の性能やサービス、機種多様性、無線通信の高速化と信頼性の向上を誘導していて、タブレット端末のプロセス制御への適用が有効になってきた。

本発表では、大野市木質バイオマス発電所において、現場操作としてタブレット端末を適用した事例について報告する。

2. 大野市木質バイオマス発電

2.1 木質バイオマス発電所

弊社では、再生可能エネルギー固定買取制度を活用した木質バイオマス発電を実施するため、2014年3月に(株)福井グリーンパワーを設立し、2016年4月に福井県内で発生する間伐材を中心とする木質バイオマス発電事業を開始した。

発電プラントには、弊社でごみ焼却分野および下水汚泥焼却分野において豊富な実績を有する流動床焼却炉の従来技術をブラッシュアップし、より高効率な発電を可能とする流動床ガス化燃焼炉を適用した。

2.2 プロセスフローの概要

本発電所の全景を **Photo 1** に、設備概要を **Table 1** に、チップ貯留ヤードの写真を **Photo 2** に示す。

(1) 木質チップの流れ

発電所敷地内に 13,000 m² (15,000 t) の貯木のス

略語：DCS: Distributed Control System

PLC: Programmable Logic Controller

SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition

ペースを所有し、そこで保管された原木を、チップ化している。作られた木質チップをホイルロードで、チップ貯留ヤードから受入ホッパへ運び投入する。受入ホッパ内に投入されたチップは、ホッパ下部に設けた受入ホッパ切出し装置により、供給コンベヤに運ばれる。供給コンベヤから計量コンベヤに運ばれたチップは、搬送コンベヤ、シールゲートを通してガス化炉に投入され、熱分解される。

(2) 排ガスの流れ

ガス化炉内で燃焼した排ガスは排熱ボイラに送られ、熱エネルギーを蒸気として回収、排ガスは冷却された後、エコノマイザへ送られる。エコノマイザを出た排ガスは、バグフィルタに送られる。

(3) 蒸気の流れ

排熱ボイラーにて発生した蒸気は、蒸気タービンに送られ、発電された電気は、特別高圧変圧器にて6.6 kV から 77 kV に昇圧された後、構外の送電線に送られる。

上記の発電運転は自動制御化されており、中央制御室にて常時運転員が発電所全体の状況を監視している。



Photo 1 木質バイオマス発電所全景

Table 1 木質バイオマス発電所の概要

発電所名	福井グリーンパワー大野発電所
所在地	福井県大野市七板 41 号 2 番地
敷地面積	31,033 m ² (内、貯木場が 13,000 m ²)
操業開始	2016 年 4 月
発電規模	7,000kW (一般家庭約 1 万 5,000 世帯分)
ボイラ型式	流動床式ガス化燃焼炉
想定する燃料	間伐材(原木) 40,000~50,000t/年 一般木材(チップ, 製材端材等) 10,000~20,000t/年 リサイクルチップ 5,000~10,000t/年 合計 70,000~80,000t/年



Photo 2 チップ貯留ヤード

3. タブレット端末の導入

3.1 導入のメリットとデメリット

弊社においても、製造現場の保守・点検業務のツールとして、また、工事現場の図面閲覧用として、タブレット端末の利用が拡大している。同様に、プロセス制御の現場操作にも利用できることが期待される。

現場操作用として、タブレット端末を利用する際のメリットとして、①省配線により電気工事のコスト縮減、工期短縮が図れること、②機械設備の増設や変更への対応が容易であること、③移動体やアクセス困難場所、遠隔地への設置が容易なこと、④固定の現場操作機器自体が削減可能なこと、⑤現場から直接データ入力ができ、記録や報告のための紙面節約と、再入力や誤記を減らせることなど、業務の質の向上やコストダウンに資することができる。

一方、デメリットとして、①画面の大きさに制限があり、一般的に表示/操作部が小さく、操作性や視認性に劣ること、②端末機器の耐環境性に劣り、現場携行に向いていないこと、③端末の持ち運びが増え、また、通信操作中はハンズフリーになれないこと、④無線通信の安定した接続に懸念があること、⑤セキュリティやデータ漏洩について心配があることなどが挙げられる。

そこで、これらのデメリットを克服しつつ、メリットを活かすために、本案件でタブレット端末を試用し、実用レベルでの有用性と課題の抽出を行った。

3.2 適用場所の選定

本案件で、タブレット端末の適用の可否を判断するために、次のような適用場所を検討した。

(1) 現場操作用

タブレット端末導入の対象として、比較的現場での個別操作の少ない、エコノマイザストブロー (10 台)、機器冷却水冷却塔ファン (14 台) の現場操作用とした。その他の現場操作は、従来の固定操作スイッ

チ箱 (IDEC 製) を残すことにした。

(2) チップ投入管理用

木質バイオマス発電では、原料となるチップの種別及び重量により、ボイラへの投入熱量の管理が重要である。また、チップは、運転員によりホイロローダで受け入れホッパに、手動投入されているので、中央制御室の発電所全体管理とのリアルタイムの通信が必要である。

そこで、チップ投入管理 (種別・投入回数・重量) は、ホイロローダに搭載したタブレット端末から、運転員によりチップ投入データを打ち込むこととした。

この試みは、タブレット端末や無線装置の大きな特長である、有線での配線が困難である移動体からのリアルタイム通信の検証である。

3.3 タブレット端末の選定

現場操作とチップ投入管理用の用途に合わせて2種類の別々のタブレット端末を選定した。

(1) 現場操作用

現場操作用は、タブレット端末を屋外に持ち出して、現場での操作が主となるため、保護等級 IP65 準拠の防塵・防滴性能に優れたタブレット (Panasonic 製 タフパッド FG-Z1) を採用した。サイズは、屋外でも操作性が良い少し大きい目の画面 (10.1 インチ) を選定した。付属品はショルダーケースを付けて、通常の保守・点検業務に使用し易いように工夫をした。以下の **Photo 3** に現場操作用タブレット端末を示す。



Photo 3 現場操作用タブレット端末

(2) チップ投入管理用

チップ投入管理用は、通常運転時はホイロローダ運転席で使用するため、一般的な比較的安価なタブレット (東芝製タブレット PC PS38-22MNVG) を選定した。車内での固定方法は、ドリンクフォルダにスタンドを取り付けて固定した。固定強度を保つため、8 インチの薄型・軽量ボディの型式を選定した。また、チップ投入の作業は 24 時間運転のため、タブレット

端末の再充電要求が懸念されるが、シガーソケットより電源を給電する事により解決した。以下の **Photo 4** にチップ投入管理用タブレット端末の設置状態の写真を示す。



Photo 4 チップ投入管理用タブレット端末

4. 設置の計画

4.1 アクセスポイントの選定

発電所敷地内の各所 (4 箇所) に屋外用無線 LAN アクセスポイントを設置して、DCS により構成される情報用 LAN を無線に載せて伝送した。アクセスポイントは、別途電源供給が不要な PoE (Power over Ethernet) 型を用いて、動力ケーブルの工事費用を削減した。

電波は指向性を持っているが、2.4 GHz 帯の場合、途中の障害物が無い直線距離で、アクセスポイントから約 100 m の範囲まで伝送することが確認出来た。高さ方向に関しても、プラント各所の構造物に反射をして、構内で最も高所の地上 31 m のフロアまで伝送できることを実測で確認した。

以下の **Fig. 1** にアクセスポイントの設置箇所を示す。受入ホッパ用、エコノマイズストブロー用、東側機器冷却塔用、西側機器冷却塔用の 4 箇所に設置した。

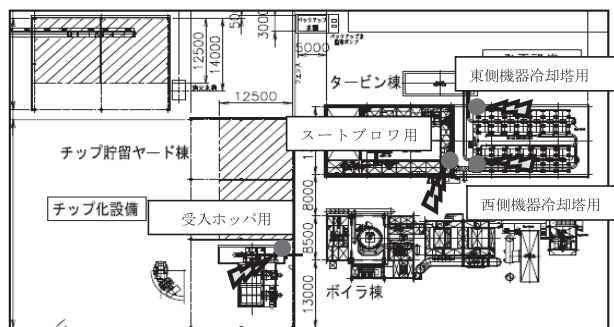


Fig. 1 アクセスポイント設置箇所

4.2 設置上の工夫

設計上の注意点として、屋外に Ethernet ケーブルを敷設する事により発生するノイズ（誘導雷等）の悪影響が挙げられる。対策として、屋外からの入線箇所にはアレスタを設置する事とした。また、ケーブルは屋外用の STP（シールド付ツイストペアケーブル）を用いて適切な接地を施し、ノイズの混入を低減させた。

5. 操作画面の設計

5.1 現場操作画面

スートブロワと冷却塔ファンの現場操作画面は、タブレット端末の特殊画面を製作する事により画面枚数が増えて複雑化するため、DCS の画面をそのまま表示する事とした。タブレット端末には DCS の操作画面を表示させて、画面上からタッチペンを用いて操作を行った。

タブレット端末の操作の特長のひとつである、ダブルタップ操作により、画面を拡大することも可能であるので、小さな画面で、操作性は多少犠牲になるが、端末自体の可搬性を優先させる選択を試みた。

5.2 チップ投入管理画面

ホイールローダに搭載したタブレット端末に、投入チップ選択画面と投入チップ重量確認画面の2つの画面を表示させた。運転員によりチップを投入する度に1回ずつ投入ボタンを押下して、中央制御室のDCS画面で管理することとした。

操作手順は、投入チップ選択画面で、投入するチップの種別を選択する。選択したチップの画面の色が変わったら、投入を押下する。誤動作をしてしまった時は、キャンセルを押下する。これらの操作によって、投入チップ重量確認画面の「投入重量 (kg)」に積算値が表示される。「重量/投入 (kg/回)」から、1回の投入量 (kg) を変更する事が出来る。「投入回数 (回)」に投入回数が自動カウントされる。入力されたデータは、最終的には帳票にて日報・月報として管理される。

以下の Fig. 2 に投入チップ選択画面、Fig. 3 に投入チップ重量確認画面を示す。



Fig. 2 投入チップ選択画面

チップ種別	名称	重量 / 投入 (kg/回)	投入回数 (回)	チップ投入重量 (kg)
1	自社丸太	500	0	0
2	自社製材端材	500	0	0
3	自社その他	500	0	0
4	購入丸太 端材	500	0	0
5	購入端材	500	0	0
6	購入材端	500	0	0
7	購入パルク	500	0	0
8	屑	500	0	0
9	その他	500	0	0
10		500	0	0
合計			0	0

Fig. 3 投入チップ重量確認画面

6. まとめ

6.1 導入の成果

スートブロワ及び冷却塔ファンのモータ単体試験を、現場操作用タブレット端末を用いて実施した。現場操作の際には、運転状況をタブレット端末のDCS画面で確認しながら点検作業を問題なく実施することができた。

また、チップ投入管理用のタブレット端末は、運転席に座った状態で、固定された端末に対して操作できることと、頻繁な操作に備えて、入力が容易な画面を製作したことにより、操作性については同様なアプリケーションでも、実用可能であると判断している。

画面のコンパクト化は、操作性とはトレードオフの関係にあり、多くの現場運転員に受け入れられる調和点の追求が必要である。さらには、操作頻度や、運転員の積極度、習熟度による影響も大きい検討要素である。

耐環境性については、現場向きの仕様の端末も発売されてきており、次第に解決されつつある。また、端末自体の価格が10万円以下程度と安価になってきており、万が一の故障の際にも、新品への更新の高値感が軽減されてきているのは、導入への好条件である。

無線機器の信頼性については、本案件での試用においては、雨や積雪、雷発生時なども特に障害が起きなかった。

また、チップ投入管理については、手書きによる従来通りの管理を行う予定であったが、タブレット端末を導入してデータ入力の省力化が実現した。

6.2 今後の課題

チップ投入管理画面のように、現場操作用の画面をあらたに設定する場合は、運用を通じて運転員の改良アイデアや運転方法の限定などで、より使い易い画面に成長できる。今後は、誤操作の防止や減少、誤操作後の回復方法など、より使いやすいものを目指したい。

本案件で導入したタブレット端末によって、現場の精度の高い情報が迅速に中央に伝達されるとともに、現場の作業が軽減されることが必要である。

また、タブレット端末が持つカメラ機能、画像表示機能、音声認識機能などについても利用価値がある。

さらに、タブレット端末によって、上り方向である現場からの操作ばかりでなく、下り方向の情報伝送により、現場でプラント全体の状況把握ができ、スピーディな最適化につながるよう試行して行きたい。

6.3 最後に

本論文を纏めるにあたり、試運転当初よりタブレット端末を熱心に活用頂き、貴重なご意見、ご要望を賜りました、株式会社福井グリーンパワーの皆様にご心より厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) モバイル/ウェアラブル端末によるこれからの作業支援・運転支援, 計装, Vol. 59, No. 5, pp. 9-57 (2016)