

連載



Vol.27

# 製造現場における稼働可視化と製品毎のエネルギー消費原単位の算出

キーワード 稼働可視化、エネルギー消費原単位

## ●当連載について【広島県中小企業団体中央会】×【日本技術士会中国本部】

急激な社会変化への対応が求められている中小企業に、より適切な支援が実施出来るように、広島県中央会では日本技術士会の中国本部と連携し、技術的側面の支援体制を強化しました。

組合内あるいは企業内に、自社単独で解決困難な技術的課題がある場合は、連携支援部にご相談下さい。(TEL 082-228-0926)

## ■なぜ製造現場においてエネルギー消費原単位を求める必要があるのか

製造現場におけるエネルギー原単位の把握は、経費削減に向けた的確な対策の指針となり、経営改善に繋がります。また、省エネ法に基づく定期報告書では、エネルギー消費原単位の変化状況等について報告が求められています。報告義務のない中小企業においても、サプライチェーンのなかで元請企業から報告を要請される可能性があります。

特に、2050年カーボンニュートラルに向けて、省エネ達成率とそれを基にしたCO2削減率の数値的な把握が必要となっています。これらの取組みを内外に情報発信することで企業イメージアップ、人材の安定的な確保にも繋がります。

## ■エネルギー消費原単位の考え方

エネルギー消費原単位は、一般には、『エネルギー消費量』÷『エネルギー量と密接な関係を持つ値』で求められます。『エネルギー消費量』は電気や燃料などがありますが、ここでは生産機械の動力となる電気を対象とします。また、『エネルギー量と密接な関係を持つ値』は、床面積、出荷額、生産量、生産個数などがありますが、ここでは部品製造工場を想定し、生産個数とします。

製造現場における一般的な生産ラインは図1のようになります。複数の工程で生産機械を動かして部品等の生産品を製造するなかで、各生産工程におけるエネルギー消費量

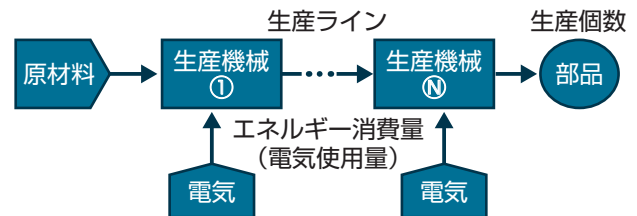


図1 製造現場における一般的な生産ライン

(電気使用量)を把握、集計することで、部品1個当たりのエネルギー消費原単位を求めます。

## ■エネルギー消費原単位の具体的計測方法

製造現場の各生産工程における電気使用量の可視化から取り組みます。新しい設備は電気使用量データを取り出せる可能性がありますが、昭和の時代から使われている古い設備は計測装置を外付けする必要があります。

外付けの電気の計測としてはクランプ型電流センサが一般的に使われています。電気の配線には単相3線と三相3線がありますが、生産機械は動力用の三相3線の電源が多く使われており、2線にクランプ型電流センサを設置することで三相電力を計測することができます。電流センサは生産機械の直近の分電盤に取り付けるのが理想です。

生産機械によっては、他品種の加工を掛け持ちする場合があるため、時間に紐付いた電気使用量を把握することで、品種毎の電気使用量を切り分けることが可能となります。

生産数については、通常、検査等の最終工程で把握されて

日本技術士会中国本部  
副事業委員長

岡村 幸壽

技術士(電気電子/建設  
/総合技術監理部門)  
合同会社岡村PE事務所  
代表社員

【経歴】

建設コンサルタント会社で電気通信関係の計画・設計に従事、個人事務所を経て、経営コンサルティング会社を立ち上げ。電気技術をベースに、カーボンニュートラルに関連した自治体や中小企業の支援を行っています。



いますが、各生産工程で時間に紐付いた生産数や作業種別などの稼働状況を把握できれば、リアルタイムで計測される電気使用量と対比させることにより、エネルギー消費原単位の時間的な推移も見るできるようになります。稼働状況を可視化する外付けのセンサとしては、扉など機械の可動部に設置する磁気センサ等が考えられます。

## 事例

電気使用量の計測事例を図2、図3に示します。図2はクランプ型電流センサを生産機械(コンプレッサー)直近の分電盤に設置した様子を示します。

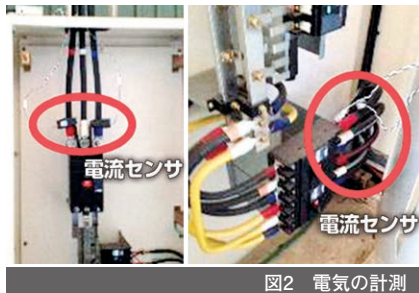


図2 電気の計測

図3は計測した電気使用量を1日の推移として示したものです。この製造現場は昼夜交代制であり、夜勤終了から昼勤開始までの交代時間に電気使用量が下がっていることがわかります。

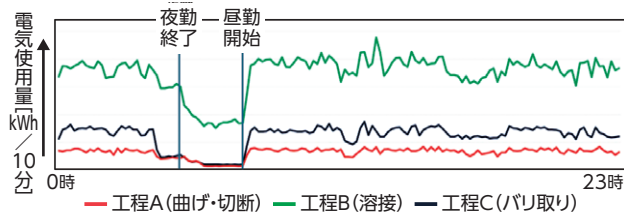


図3 1日の電気使用量

稼働状況の計測事例を図4、図5に示します。図4は、生産機械の開閉部に設置した磁気センサと計測器を示します。

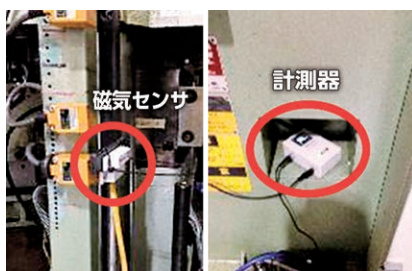


図4 稼働状況の計測

計測器はWiFiでルータと無線接続して携帯回線を通じてクラウドにデータを送信します。図5は計測した1日の稼働状況を視覚的に表示したものです。

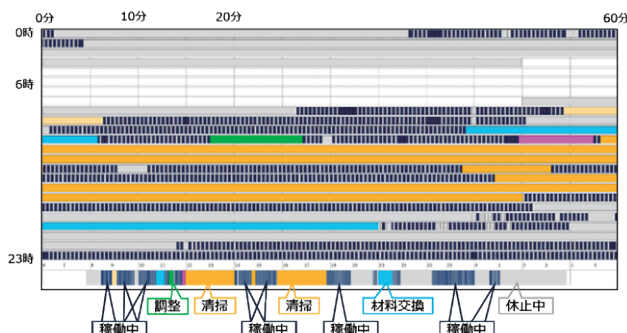


図5 稼働状況の表示例

時間に紐付いた各工程の電気使用量と稼働情報から、図6に示すような相関が見えてきます。ここで示す出来高(生産個数)は最終工程におけるものですが、稼働状況から各工程の生産個数も推定できます。

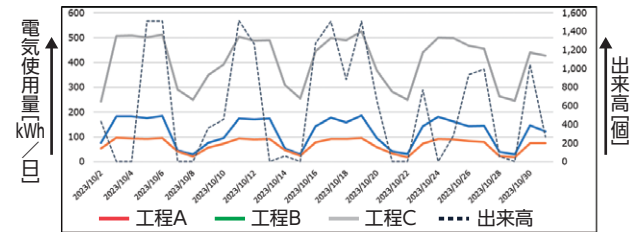


図6 1か月の電気使用量と出来高の推移

各工程における電気使用量と生産個数がわかれば、表1に示すように、1個当たりの電気使用量が求められます。

工程	工程A	工程B	工程C	合計/最終
電気使用量[kWh]	120	210	840	1,170
生産個数[個]	1,500	1,500	1,500	1,500
エネルギー消費原単位[kWh/個]	0.08	0.14	0.56	0.78

表1 1日当たりの電気使用量

大雑把な計算ですが、計算電気使用量を変換係数9.76 [MJ/kWh]を使って発電所における一次エネルギーに変換すると、1日当たり11,419 [MJ(メガジュール)]になり、さらに変換係数0.0258 [ℓ/MJ]より原油換算値294 ℓ(リットル)になります。

また、使用した電気のコ<sub>2</sub>排出係数を0.5 [kg-CO<sub>2</sub>/kWh]とすると、1日当たりの排出量は585kg-CO<sub>2</sub>(=0.585t-CO<sub>2</sub>)になります。

このように、様々な単位でのエネルギー消費原単位を求めることができ、CO<sub>2</sub>排出量もリアルタイムで求められます。

さらに、各工程における稼働データが得られることにより、機械停止により生産が滞ったり、一部の工程で不良品が発生した場合は、各工程でのエネルギー消費原単位の変動が検知でき、稼働率向上に向けた生産管理ツールとしての利用も可能になります。事例紹介したコンプレッサーでは、エア漏れの把握など設備の保全管理にも使えます。

## あとがき

ここで紹介した事例は、筆者が公的支援機関のアドバイザーとして、広島県呉市の自動車部品メーカーの関連会社による『稼働可視化システム』の開発支援を行ったものです。開発にあたっては中小企業がお手軽に使えるシステム設計と製造現場ニーズに対応したソリューション提供をコンセプトにしました。事例で挙げた計測装置による生産設備の稼働可視化と製品毎のエネルギー消費原単位の算出に係る費用は1設備につき月5千円程度です。あなたの会社もまずは生産現場の可視化から始めてみませんか。