

特集／エネルギー需給最適化を実現する最新IT化技術

お客様目線による 高品質/高効率圧縮エア供給システムの構築

老朽設備の更新とともに、需給連携に配慮したコンプレッサの最適自動制御、末端圧力制御のシステム構築を図り、トータルでのエネルギー効率の改善、生産性の向上に成果を上げた本田技研工業の事例を紹介する。

(編集部)

本田技研工業株式会社 浜松製作所 施設管理ブロック 技術主任 土岐 竜生

1. はじめに

浜松製作所は、Honda初の二輪車「ドリーム号」が生まれた地であり、現在は四輪車用トランスミッション（CVT（無段変速機）含む）を生産し、国内の他製作所や、海外工場へ供給する葵工場（第一種エネルギー管理指定工場）と、船外機を製造する細江工場（指定なし）の2工場で構成されている。環境への配慮にも力を入れており、浜松市新エネ・省エネトップランナー事業所にもなっている。今回、省エネ・CO₂排出削減に取り組んだのは、エネルギー使用量の大きな葵工場である。

Honda全体の生産高効率化に向け、2010年7月、浜松製作所の二輪車工場は、四輪車用トランスミッション工場として新たに生まれ変わったが、新工場建設にあたり、「環境配慮型の新生パワートレイン工場」を目指し、更なるエネルギー効率の改善が必要であった。そこでターゲットとなったのが、工場全体の約14%のCO₂排出量を占める、圧縮エア供給システムである。設置後30年以上経過（老朽化）したコンプレッサが数多く有り、更新するだけでもかなりの高効率化が期待できた。しかしながら、本来生産に使用するために供給するエアであるにも関わらず、従来は技術的課題などを理由に、どちらかという供給者目線でのシステム構築となっていて、お客様（現場）の困りごとが数

多くあった。

2. 対策の方向性

高効率生産に寄与させるために、品質向上を最優先とし、単なる機器の更新だけでなく、エネルギーの送り手側と使い手側の需給状況に応じた最適システムの構築によるロス低減や効率向上を目論んだ。

環境世界TOPを目指すという企業理念により、世界ナンバー1のエア供給効率値目標達成を掲げたが、非常に多くの設備、機器を統合（連携）管理するために、見える化含め緻密なシステムの構築が必要であった。IT技術とともに著しく進展している制御技術を活かすことで、高品質化と高効率化が両立できると判断した。

3. 現状把握

システム構築の準備段階では、生産設備のエア使用状況調査が必要不可欠であり、さまざまな観点での調査を実施した。

具体的には

- ①休日など生産して無い時、工場全体のエア漏れ状況パトロールの実施
- ②工場全体のエア使用生産設備台数、レギュレータ設定圧、配管径、本数などの調査
- ③生産設備を設置年度別、仕様別に細分化し、簡易

流量計を設置し、使われ方傾向調査等々を、時間をかけて行ってきた。

4. 従来システムの問題点

設備老朽化による主な問題点は次の通り。

- ①お客様目線での問題（生産影響）
 - ・ドレンを多く含んだエアによる生産停止
 - ・圧力変動の拡大
- ②設備老朽化によるロスの拡大
 - ・設備突発トラブル発生頻度の上昇
 - ・システム効率の低下

また、高効率化に向け生産システムも年々進化し、インフラ（供給側）への要求品質も高まり、従来のエア供給システムではその対応が困難となっていた。要求された品質とは、

- ③圧力変動幅の縮小化
- ④ドライ加工増加に伴うエア温度の低温化
- ⑤制御に使われるソレノイドの動きをスムーズにするため低露点化
- ⑥フィルタの詰まりに繋がるエア中の油分の“0化”などがあげられる。

5. プロジェクト体制／期間、導入効果試算

- ・対象設備：コンプレッサ全13台、除湿装置全4基、冷却水装置全3ヵ所
- ・プロジェクト体制：専任1名（補助1名）
- ・プロジェクト対策期間：2007年から2010年の4年間（フィージビリティスタディー（FS）の約半年は含まず）

新しいシステムの構築には、高度な制御システムの知識とノウハウが必要である。需給を含めた工場内全体の設備、機器の統合（連携）制御は、従来のシステムでは不可能であり、高度化され信頼性の高い制御システムを構築できるかが重要となるため、制御システムの専門メーカー様の力を借りるのは元より、実際に種々のシステムを運用されている他社様の状況確認も必要不可欠であった。

設備や機器単体の省エネでは、一定部分の計測によって、効果の試算は容易であるが、広い範囲のシステ

ム全体の効果の数値化は極めて難しい（数社様に実施いただいたが、満足できるものは得られなかった）のが現状であり、FSは自社で実施。最終目標は、①最高効率コンプレッサの効率10弱Nm³/kWh（メーカー値）、②補機（冷却水システム、除湿装置など）ロスや、台数制御ロスが効率の10%弱（経験値）。これらから①-②により、補機エネルギーを含めた総合効率9.0Nm³/kWh以上を目標と定めた。

6. 主な改善事例

①二種類のコンプレッサを最適自動制御

オイルフリー化、圧力変動抑制、超高効率化に向け取り組んだ事例として、コンプレッサの最高効率機器への更新と新たな制御システムの構築があげられる。それまでのコンプレッサは、ON/OFF式のターボ/スクリーコンプレッサと容量調整用レシプロコンプレッサという組み合わせだった。しかし、負荷変動時の効率の悪さや、エアにオイルが混入する構造であるなど、ロスの大いシステムであった。

そこで、オイルフリーで容量調整が可能な「インバータスクリー」（写真-1参照）と、吸入ベーン（翼）角度を変え吸入空気量をコントロールできる「IGV（インレットガイドベーン）ターボ」（写真-2参照）という性能／特性の異なる2種類のコンプレッサを導入し、低負荷時は「インバータスクリー」を、高負荷時には「IGVターボ」を最適自動制御させるシステムを構築した。



写真-1 インバータスクリー



写真-2 IGVターボ

コンプレッサ設備は16台から13台に集約し、しかも、自動制御に有利になるよう容量も極力同一化させ、除湿装置もすべて同じシステムを採用した。その結果、オイル問題を解決するだけでなく、負荷変動への追従も効率低下を招くことなく連続的に行え、非常に高い送気効率が実現できた。

②需給連携に配慮した末端圧力制御

もう一つは、「末端圧力制御システム導入による品質保証」である。これは、従来の供給側の制御では無く、エネルギーの使い手側（需要）を優先させた高度な制御技術である。いままでは、圧損を（大きめに）設定し、送り手側のエア圧力が一定であれば、配管の距離や経路、使用量によって末端のエア圧力が変動するのは“やむを得ない”という考え方であった。しかし、供給側の圧力を一定にすると、使用量が少ない夜間や休日は無駄に現場の圧力が上昇したり、逆に使用量が想定より多くなると保証圧を下回る可能性があり、品質／環境の両面で効率が悪かった。

そこで、全工場に末端圧力センサを設置し、「使い手側」である各工場の圧力を常時監視するシステムを実現させ、一番低い圧力の工場が常に設定圧を維持できる「末端圧力一定制御」に切り替えた。また、システム導入後の常時監視の過程で工場ごとの傾向を掴めたため、もう一段の効果向上のために配管系統やサイズの見直しも実施し、更なるエネルギー効率の向上と、現場が要求するエア品質の向上の両立が果たせた。

③休日のエア漏れ撲滅

各工場の入口配管に電動弁を設け、休日不使用時は遠隔スケジュール制御でエア漏れを撲滅した。

④見える化による、継続的スパイラルアップ

- ・工場単位で末端圧力や使用量がリアルタイムで把握できるので、生産変化に即座に対応が可能となった
- ・コンプレッサ単体、動力棟ごとの瞬間効率が把握できるので、設備の経時劣化への対応が早く、高効率機の優先運転制御が可能となった

どの事例も高度な監視／制御技術が求められるが、制御技術の進歩により実現できた（写真-3参照）。

また、検討したものの採用できなかった事例としては、エア圧力のマルチライン化がある。現場では、ほとんどの生産設備で、エアをレギュレータで減圧し、使用していたことから検討したもので、低圧、中圧、高圧の3ラインを所内に構築しようと考えた。しかし、所内全域負荷調査の結果、想定よりも低圧負荷が少なく、新規に構築してもOUT/INが見合わないことから、結局、中圧と高圧ラインだけになった。こうした不採用の案件でも、将来的には生産設備が更新されれば、低圧負荷が増える見込みであり、継続的に検討する。

7. 工事期間中の生産影響「0」化への配慮

設備更新の順番設定にも苦慮した。限られた動力棟を有効活用しつつ、生産影響を未然防止するために、最終姿を最初に描き、どのコンプレッサをどのタイミング（古くて能力の小さい設備を早く）で撤去し、どこに新しい設備（能力が大きくスペース効率の高い設備）を導入するかなど繰り返し検討し、最終的に狭くて低効率の2カ所の動力棟を廃止した。

設備が古く、図面も限られていたため、導入当時のシステム図はなく、更新による影響が出ないように、現場での多くの事前調査が必要だった。

8. 効果確認

こうした設備と需給トータルの制御システムの導

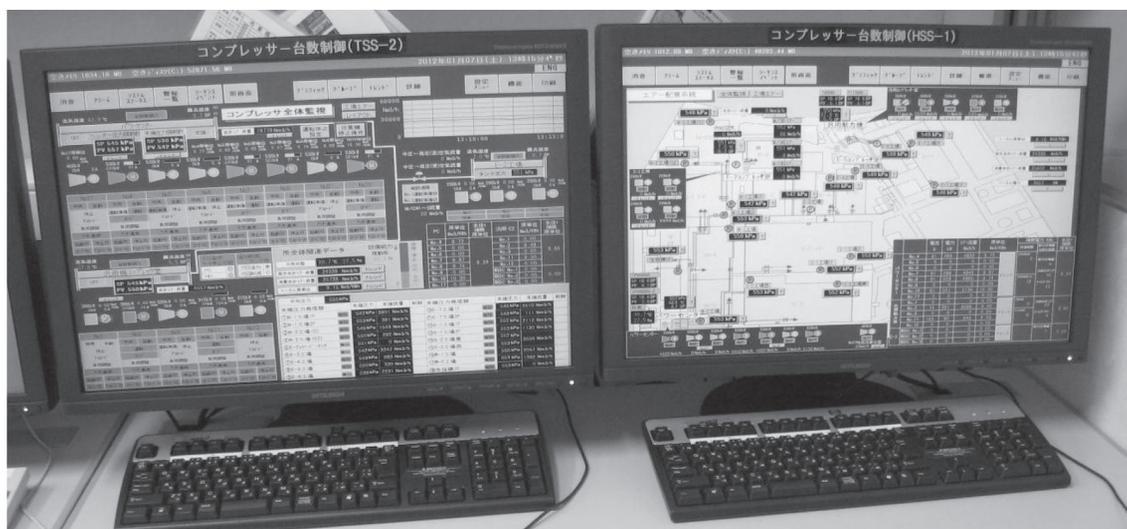


写真-3 高効率制御/見える化システム

入によって、送気効率はおよそ15%向上し、通年で $9.1\text{Nm}^3/\text{kWh}$ と目標をクリアでき、年間2千tものCO₂を低減。

品質面でも末端圧力保証、温度基準順守、オイルゼロ化などエア品質向上も実現できた。

9. システム構築における注意事項

システム構築にあたり、協力してもらおうメーカー様との意思の疎通、信頼関係の構築が必要不可欠である。例えば安定生産に寄与することが目的なのに、工事中に生産影響が出てしまっただけでは元も子もない。しかし、将来の管理の簡素化を考慮すると、不要な設備を残したくないし、無駄なスペースは廃止したい。こうした課題を解消するために、メーカー様には事前調査を十分に実施してもらった。

また、監視/制御を含めたエア供給システム全体について、一回で完成形を構築することは困難なので、思想を十分に理解してもらうことは元より、技術レベルが高く、運用後も継続的改善と一緒に取り組んでいただけ、信頼できるメーカー様を選定することも成功の秘訣と言える。

10. 最後に

以上の取り組みにあたり、社内手続きや社内協力の課題があったことも、加えておきたい。

需給を含めた全工場の設備、機器を対象としたシステムの構築には、先にも述べたように効果の数値化が難しいが、対策費用を確保するには、社内的承認を得る必要がある、説得にはかなりの労力を要し、実現するためには高い志と強い意志が必要である。

また、社内の協力も不可欠で、供給者目線ではなく、お客様目線で取り組むことが重要である。供給側は、エアは生産のために使われることをしっかりと認識する。そして、生産現場には、生産効率を向上させるという現場のための取り組みであることを強調し、理解を求めてきた。

ITや制御技術の進展は、高度で広範囲の省エネ/高効率化を可能にする。これからの省エネはこうした技術を活用し、全社一丸となって展開することが大切である。

今後は、同取り組みを応用し、エア以外のインフラ（とくに空調）への対応を検討している。