

山洋電気株式会社

公差設計で、設計段階から製品品質をコントロール。SolidWorksと公差設計を両輪に開発プロセスを変革



サーボモータとそれを駆動するサーボアンプ。サーボモータはFAロボットをはじめ、射出成形器や工作機械など産業用設備になくはない製品である。山洋電気のサーボシステムはSANMOTIONブランドで販売されている。業界トップレベルの性能と品質はもちろんのこと、そのカスタマイズ力は市場で高い評価を受けている。

→ 山洋電気株式会社（本社：東京都豊島区北大塚1-15-1）は、長野県上田市に研究開発拠点と生産拠点を展開する精密機械メーカー。1952年のサーボモータ国産第1号に続き、1955年には、無停電電源装置も国内で初めての製品化に成功。サーボシステム、無停電電源装置、冷却ファンが事業の3本柱。「全ての人々の幸せをめざし、人々とともに夢を実現する」ことを企業理念におき、事業を展開する。創業1927年8月。設立1936年12月。資本金99億円。売上高490億円（2009年3月期）。グループ社員数2,661名（2009年11月1日現在）。

山洋電気株式会社（以降、山洋電気）では、フロントローディング開発体制を確立することを目標に掲げ、ワーキンググループによる設計3次元化の取り組みを開始した。サーボシステム事業部では、サーボモータの新規開発でSolidWorksをメインツールにするとともに公差設計の実践に取り組み、QCDの向上を目指すプロジェクトを実行した。

「SolidWorksを使うことにより設計者の思いを『見える化』することができ、設計者と関係部署のコミュニケーションのレベルが飛躍的に向上した。さらに公差設計を実践することで、従来からの公差を書き写して、最終製品がなんとなく出来上がってしまう『結果オーライの品質』から『設計者が意図的に作りこむ品質』への意識変革が進んだ。」と山洋電気株式会社 サーボシステム事業部 設計第一部 主任技師の牧内一浩氏。プロジェクトを通して、公差設計こそフロントローディングで取り組むべきであるとの結論を得るに至った。

フロントローディングを推進し、「手戻りゼロ」を目指す

サーボモータは一定速度で回ることもちろん、瞬時に加速し、瞬時に止まる動きを得意とするアクチュエータだ。FAロボットをはじめとする産業機械になくはない製品であり、サーボモータの国産第1号を生み出したのが山洋電気である。現在では、サーボシステム、無停電電源装置、冷却ファンの3事業で、それぞれ「業界トップ」を目指して躍進を続けている。

同社製品は、産業、情報通信、医療、電力、ホームオートメーションなど幅広い分野で利用されているが、どの分野でも近年は、短納期化と顧客ニーズの多様化が進み、価格競争も厳しくなってきた。そのような背景の下、従来からのものづくりのやり方を見直し、品質（Quality）、価格（Cost）、納期（Delivery）を高いレベルで実現するQCD向上のプロジェクトに取り組んでいる。

「設計者が集まってワーキンググループを結成し、課題を洗い出しました。その結果、達成すべきは、早い段階で問題を発見して事前につぶすことで手戻りをなくす『フロントローディング』であり、これを実現する手段として、設計の3次元化が不可欠であるという結論に達したのです。」と、牧内氏は言う。

山洋電気ではこれまで設計のメインツールは2次元CADであり、3次元CADも導入はされていたものの、一部の人が利用する補助ツールにとどまっていた。

「3次元CADを使うことで、早い段階で設計者の頭の中にあるものを『見える化』できます。『見える化』することにより、設計者自身の気づきが得られることはもちろん、設計者の頭の中を見た関連部門、具体的には製造部門、品質管理部門、資材部門、営業部門などは設計者の頭の中にあるものをさまざまな角度から『診る』ことが可能になります。従来は物が出来てからの修正や設計変更も多かったのですが、3次元CADを使うことにより、『ものを作る前に直す』ことが可能になります。金型を起こし、設計が固まってしまった後の修正では取れる手段も限られてしまい、莫大な費用と時間がかかりますが、PC上での修正であれば、より根本的な対策を取ることが可能で、費用もかかりません。QCDを高いレベルで実現するためには、設計初期段階で生産性と品質そしてコストを作りこむことが重要ですが、この仕事を設計者だけに求めるのではなく、設計者の頭を『見える化』し、関連部署にはそれぞれのプロ領域の目で『診て』もらい意見をもらう。これが山洋電気の目指すフロントローディングです。」と牧内氏は3次元CADを導入する目的を語る。

フロントローディングに最適なツールとしてSolidWorksを選定

全社規模で3次元設計によるフロントローディングを追求していくには、ツールも全社で統一したほうが効率が良い。同社ではこれまで部門ごとに異なる3次元CADツールを使い、その運用も含め、成果物の資産化や流用は個人ごとに行っていた。ワーキンググループでは3次元CADを設計のメインツールと位置づけ、全社的に使うツールの選定を行った。そして最適なツールだと判断したのが、SolidWorksだった。

「われわれが考えるフロントローディングの実現とQCD向上のためには出来るだけ多くの設計者に3次元CADを使ってもらいたい。いくつかあった候補の中でSolidWorksは単なるモデリングツールではなく、むしろモデリングにかかる時間をいかに短縮し、設計者の創造的な時間を確保できるかにフォーカスされていました。さらにこれからのものづくりはどうあるべきかという将来ビジョンをきちんと持っていると感じました。特に公差解析と3D単独図はわれわれが今後目指していくものづくりでは不可欠な要素となります。SolidWorksはこうした機能が常に他社製品よりも一歩早く整備されます。」と、サーボシステム事業部 設計第一部 主査の竹田亨氏は言う。



- SolidWorksモデルの活用でフロントローディングが大きく前進
- ToIAnalystで公差解析の設計者負荷を軽減
- SolidWorks Enterprise PDMで、公差設計の資産化も順調に進行中
- 設計から試作まで、公差設計のPDCAサイクルを実現。量産工程にまで拡大中

チャレンジ：公差設計の重要さと効果は従来から頭では理解していたものの、実際の業務で積極的に行うには至っていなかった。公差設計の実践には『手間がかかる』、『資産化しにくい』、『継続できない』という3つの壁があったからだ。公差設計を行う場合、最終製品が満たすべき機能と品質を明確にしたうえで、生産性とコストを考慮しながら各部品に最適な公差付けを行っていく。しかしながら最終的なアウトプットは個別の部品図面であり、各部品図面に記載される公差には全体思想を反映することができず、情報が散逸してしまう問題があった。

ソリューション：SolidWorks Premiumに付属するTolAnalystに公差設計の結果を設定することにより、3次元モデルでの公差解析が可能になった。3次元モデル上で公差を調整することも簡単にできる。設計者が自分のPC上で解析を繰り返しながら公差の配分を決定していくことで、公差設計に要する時間は従来の手計算よりも短縮できる。さらに最終アセンブリモデルが部品モデルの公差情報を統合しているので、各部品の公差情報と最終製品の機能が3次元モデル上で素直につながる。公差設計の成果物としてTolAnalystの情報を持たせた3Dモデルを残すルールを作り、公差設計の資産化にも取り組んでいる。公差解析の継続とはすなわちPDCAをまわし続けることであり、これから量産工程を立ち上げていく今回のプロジェクトにとっての今後の課題でもある。「今回のプロジェクトで公差設計・解析を本気でやり、自分自身の中でもものづくりに対する意識が変わりました。公差設計の流れを押し進め、公差のPDCAをまわし続けていきたい。」と竹田氏は意欲を見せる。



上田事業所 テクノロジーセンター
サーボシステム事業部 設計第一部
主任技師 牧内 一浩氏



上田事業所 テクノロジーセンター
サーボシステム事業部 設計第一部
主査 竹田 亨氏

山洋電気株式会社

本社：東京都豊島区北大塚1-15-1

設立：1936年12月

資本金：99億円

売上高：490億円(2009年3月期)

グループ社員数：2,661名(2009年11月1日現在)

<http://www.sanyodenki.co.jp/>

ソリッドワークス・ジャパン株式会社

〒108-0022 東京都港区海岸 3-18-1 ピアシティ芝浦ビル

TEL.03-5442-4001 (代表)

FAX.03-5442-6256 (代表)

E-mail:info@solidworks.co.jp

URL:<http://www.solidworks.co.jp>

公差設計で品質向上とコスト削減の両立を目指す

牧内氏と竹田氏の所属するサーボシステム事業部設計第一部ではサーボモータ新製品の開発でフロントローディング体制を取り入れるとともに、公差設計の実践を掲げて品質向上とコスト削減の両立を目指すプロジェクトをスタートさせた。

公差設計・公差解析については、5年前から外部講師を招いての社内セミナーを定期的で開催し、延べ100人の設計者がセミナーを受講していた。その意義と効果への理解は浸透していたものの、納期に追われる日々の業務では、なかなか公差設計のひと手間を追加することができていなかった。「SolidWorksのTolAnalystなら、モデリングした3次元データをそのまま使って公差解析ができます。「設計者の公差設計作業が楽になるか」、「解析結果を資産として残せるか」、「公差のPDCAサイクルを回せるか」という公差設計の実践を阻んでいた3つの壁を、乗り越えられると考えました」と竹田氏。これまでは、昔から定まっている公差を書き写して、ものづくりの現場へ伝達していた。公差解析は問題が起こった時に後追いで実施する程度であった。しかし、10年も20年も前に定めた公差は、部品形状が変わったり、加工する機械の性能が上がった今日には、もはや最適とは言えない。「昔からの公差を使い、たとえ結果オーライであっても、そこには無駄や危険が潜んでいる可能性があります。たとえ成熟した製品であっても、もう一度公差設計から考え直すことで更なる品質向上とコスト削減を実現することが出来ます。」と牧内氏。

今回のモータ新製品の公差設計プロジェクトでは、TolAnalystで公差解析を実施。手計算の結果との比較もさまざまな角度から行った。

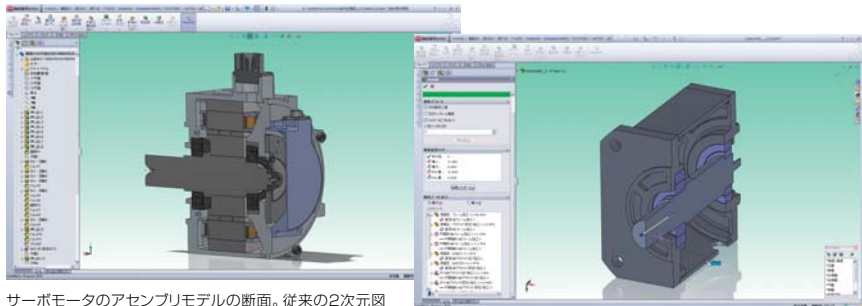
「公差は、設計者が設計意図を反映させて作り込むものです。公差設計を行うことにより、各部品が持つひとつひとつの公差が最終製品にどのような影響を及ぼすのかを把握することができます。公差設計の目的は設計段階で製品の品質をコントロールすることであり、各部品のあるべき姿を明確にすることです。厳しい公差を指定した箇所については加工の担当者にも検査の担当者にも協力してもらわなければならないと思いますが、公差を決めた裏づけを設計者がキチンと説明できることが重要です。」と竹田氏は公差設計の目指すところを熱く語る。

公差設計のPDCAサイクルをまわす

「フロントローディング体制と公差設計の実践により、設計者の負荷もフロントローディングされました。」と苦笑いで牧内氏は語る。フロントローディングも公差設計も設計者一人ではできないことではない。関係部署とこまめに情報をやり取りし、基本的には設計者がとりまとめをすることになる。設計者にインプットされる情報が多くなった分、設計者のアウトプットもより高度なレベルで求められる。しかしながら、仮に量産段階に入った製品に問題が発生すると、設計者はやり直し作業に全力を注がなければならない。その分の苦労を前倒しで引き受けることで、手戻りをなくすことが出来るのであれば、設計者の負荷はトータルではずっと楽になる。

さらに公差設計はPDCAサイクルをまわすことがもっとも重要。公差設計を行い、設計者の意図を図面に盛り込むまでがPlanとDo。量産段階で実際の製品が設計者が設定した公差に対しどの程度ばらついているか工程能力を確認することがCheck、そして実際の工程能力を把握した上で公差設計をもう一度やり直すことがAction。そして一連の結果を公差計算書と工程能力評価シートとして残り、次の開発に活用していくことで公差が会社の資産になっていく。

実物ができる前に設計者の考えていることを「見える」ようにして、さらに関係部署が「診る」ことが可能になった山洋電気。今後はより多くの設計者に3次元設計と公差設計を実践してもらうことで、フロントローディング体制の確立を全社レベルで成し遂げ、より大きく、高いレベルでQCD向上につなげていく。



サーボモータのアセンブリモデルの断面。従来の2次元図面だけでは表現しきれなかった設計者の頭の中を「見える化」することにより、活発な議論生まれる。

TolAnalystを使い3次元モデル上で公差解析を実施する。各部品の公差が最終製品にどのように影響するかが「寄与率」として計算される。ただし、出力される結果の妥当性を判断するにはやはり公差解析の理論もしっかり身に付けることが重要(竹田氏)。