

体質改善 3次元設計

待寺裕一 ● O2 技術ディビジョン コンサルタント



イラスト:モリナガカツシ

第4回 設計プロセスの再定義 3次元CADの特性を生かす

前回(2010年6月号)は、3次元設計の強固な基盤づくりとして、3次元モデルの作り方を統一することについて説明した。これは、3次元モデルを新規に作成する作業だけではなく、3次元モデルを流用・修正する作業の効率化も目的としたものだ。3次元モデルを設計意図や技術/ノウハウを格納する器、つまり3次元設計プロセスにおける共通言語として使うために必要不可欠な取り組みである。

今回は、この基盤づくりの次に取り

組むべき活動テーマについて解説する(表1)。ポイントは、①どのようなプロセス(手法/手順)で3次元設計を進めるか、②そのようなプロセスを定着させるには技術者に対してどのような教育を実施するか、の2つ。これで3次元設計プロセスの定着を目指す。

とりわけ、連載の第1回と第2回(2010年4、5月号)で紹介したプチアセスメントの結果が、「導入失敗型」「脆弱基盤型」「製品視点の改革先行型」といった活動類型に分類された場合は、まず固

違いなくこういった取り組みが必要だ。「環境構築途上型」「製品視点の改革先行型」と分類された場合でも、有効な取り組みになる可能性がある*1。

CADだけを置き換えてもダメ

「3次元CADを導入したが、作業が増えるばかりで手戻り削減や品質向上といった効果をあまり実感できない」という設計者は多い。その背景には、「設計プロセスと設計支援ツール(CAD)のミスマッチ」がある。従来の2次元設計の進め方を変えることなく、単にツールを2次元CADから3次元CADへと置き換えたケースだ(pp.34-53の特集「だからITで失敗する」を参照)。

一般に2次元設計プロセスでは、構想設計段階で設計リーダーが計画図を作成し、構成部品についての基本的な仕様を検討する。その後、構成部品の各設計担当者が具体的な部品形状を決めるといった詳細設計を進め、後工程へ渡す図面を作成する。

この際、詳細設計の結果によって計画図を大きく修正する事態にならないよう、構成部品の寸法や形状などで他の部品に影響するところを、構想設計で具体的に決めておく。こうすることで、構想設計と詳細設計を基本的に、シー

表1 ● 3次元設計をベースとした開発プロセス構築に向けた取り組み
グループA、Bの取り組みによって3次元設計の基盤を整備したことで、3次元設計の効果を得るための具体的な活動(グループC～H)を開始できる。今回は、グループCの取り組みを解説する。

取り組み内容(グループ)	活動テーマ	設計インフラ整備フェーズ	設計効率化フェーズ	業務品質向上フェーズ	開発力強化フェーズ	製品力強化フェーズ
A 3次元導入・初期教育	CAD導入	○				
	CAD操作教育の実施	○				
B 3次元設計の強固な基盤づくり	モデル構築手法の定義	○				
	CAD運用ルールの整備	○	○			
	部品ライブラリの整備	○	○			
C 3次元設計手法の定着	設計手法・設計手順の定義		○			
	設計意図伝達ルールの整備		○			
	スキルアップ教育の実施		○			
D 3次元設計の効率向上と活用拡大準備	解析の導入		○			
	形状モジュール化		○	○		
	省力化プログラムの活用		○	○		
	CADデータの流通拡大		○	○		
E 生産工程を含めた効果の刈り取り	金型設計の3次元化		○	○		
	検査・計測工程の改善		○	○		
F 製品品質の早期作り込み実現のための基盤整備	部門間連携/PJ管理の推進		○	○		
	技術情報の蓄積		○	○	○	
	金型・部品調達改善			○		
G 製品品質の早期作り込み実現のための開発スタイル移行	DR主導型設計の推進			○	○	
	解析主導型設計の推進				○	
H 製品からの視点を中心とした、製品開発力向上	不具合の未然防止				○	○
	標準化・モジュール化				○	○
	リーン設計・製造の推進					○

PJ:プロジェクト DR:デザインレビュー

まちでら・ゆうち: コンピュータ周辺機器メーカーでのメカ設計・開発、3次元CADベンダーでのコンサルタントを経て、O2へ参画。さまざまな製品の3次元設計手法の構築に携わり、3次元CADシステムの導入から定着化の実績を持つ。O2では、対象となる3次元CADを拡大し、

コンサルティングの範囲を広げている。

▶O2(<http://www.o2o2.co.jp/>)は、設計開発領域を専門とするプロ集団。業務プロセス改革から高度な技術課題解決までを総合支援。3D-DPRMなど独自の的方法論を提唱し続ける。



ケンシャルに進められるわけだ。構成部品のどの部分の何を構想設計の段階で決定しておくべきかというノウハウの蓄積が、2次元設計プロセスでは非常に重要なものとなっている。

ところが、このようなプロセスは2次元CADの特性に基づいており、3次元CADの特性とは相性が悪い(表2)。例えば、2次元CADでは線を少しずつ描き、つなぎ合わせて部品形状に仕上げていくことができる。このため、計画図はどこから描き始めてもよいし、部品形状にあいまいな部分が残っていても作業は進められる。

一方、3次元CADでは、当然のことながら3次元形状が決まっていけないものは表現できず、例えば「部品の左半分はこんな感じだが、あとは後日考える」といった状況を3次元モデルにすることはできない。部品単位である程度完結した形状を作成しなければならないのだ。さらに、詳細設計での修正や次機種などでの流用に配慮したモデリングも求められる。

つまり、計画図の代わりとなるアセンブリモデルを作成するのに、必要以上

に大きな手間がかかってしまう。結果、詳細設計を開始できるタイミングが遅くなったり、構想設計と詳細設計の不整合が大きくなったりといった問題が発生する。

逆に、(本来はあってはならないことだが) 詳細設計での修正作業に配慮しないで作成されたアセンブリモデルは、その理解にも、モデルの修正にも時間がかかる。

このような問題を防止するためには、3次元CADの特性を生かした設計プロセス、つまり真の3次元設計プロセスへと再構築する必要がある。

依存関係を事前に整理する

具体的な活動としては次のようになる(図1)。まず、ポイント①。対象製品における従来の設計手順を確認し、設計時に行っている検討事項を明確化する。次に、各検討事項の間の依存関係を整理し、最も効率となるように設計手順を見直す。これは、部品やユニット間の依存関係を整理することにもなる。

アセンブリを構成する部品やユニッ

トの大きさや位置は、少なからず相互に影響し合う。例えば、部品の外形を決める際には、隣接する部品とのクリアランスやスペースの取り合いを考慮する必要があるし、機能部品を配置する際には、その機能の実現に不可欠となる設置位置の制限もある。

このような部品間/ユニット間の依存関係が、構想設計段階では明確でなければならない。前述のように、2次元CADでは依存関係に気が付いた部分から作図していけばよいが、3次元CADでは各部品単位で形状を完成させていかなくてはならないからだ。

そこで、3次元設計プロセスの構想設計におけるモデリングを開始する前に、部品間/ユニット間の依存関係を整理しておく。つまり、構想設計段階で確定させておくべき部分、別の言い方をすれば、詳細設計で基本的に変更させない部分を明確にしておく。

その上で構想設計としてのアセンブリモデルを作成し、詳細設計を開始する。こうすることで、構想設計との大きな不整合を心配せずに、詳細設計を進めることができる。

依存関係で表現しきれなかった部品間の関係は、3次元CADの機能を使ってチェックすることも可能だ。多くの3次元CADでは、アセンブリモデルに構成部品のモデルを組み付けておけば、各設計担当者が詳細設計した結果をアセンブリモデルに自動的に

表2●2次元CADの特性と3次元CADの特性

	2次元CAD (2次元設計)の特性	3次元CADの特性、言い換えれば、単に2次元CADを 3次元CADに置き換えただけの時の課題
形状表現の完全性	形状表現に曖昧な部分が許される	モデルとして成立する必要があるため、ごまかしがきかない
作成の手順	作図の手順は問わない	モデル構築手順を考慮しないと、作成や修正の工数が増える
基準への配慮	検討段階では、部品の基準まで意識しない	検討段階でも、ある程度部品の基準を意識しなければならない

*1 プチアセスメントは、本誌読者限定ページ(<http://techon.jp/Monozukuri/3dpa/>)で参照可能。また、O2のWebサイト(<http://www.o2o2.co.jp/>)では、より詳細な評価が可能なプチアセスメントを公開している(ただし、無料登録が必要)。

3次元CADを導入したが、なかなか開発プロセスの効率化が進まない——。そう悩んでいる企業は少なくない。この悩みは、新しい機能を持ったツールを導入したからといって解決するものではない。3次元設計に取り組んではいるが、十分な効果が得られていない企業の体質のどこに問題があるかを分析し、その結果に応じた改善方法を選択できるスキルを、本コラムでは伝授します。

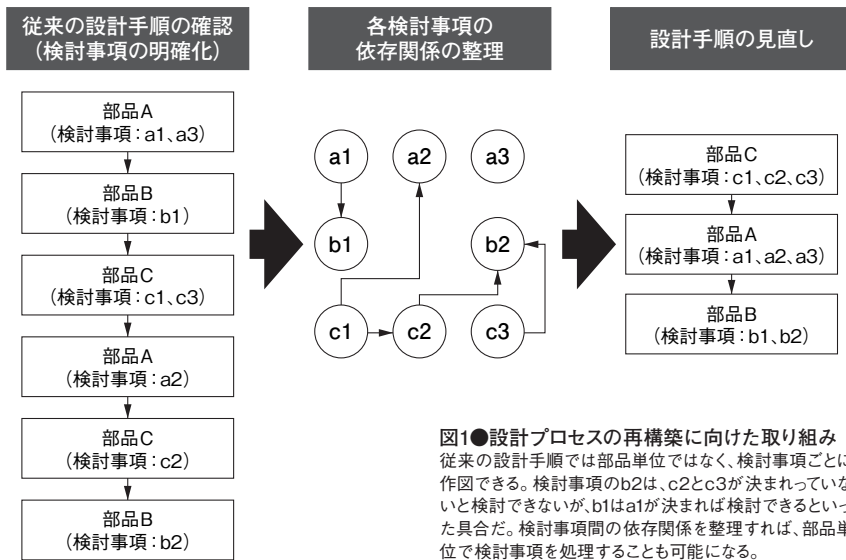


図1●設計プロセスの再構築に向けた取り組み
従来の設計手順では部品単位ではなく、検討事項ごとに作図できる。検討事項のb2は、c2とc3が決められていないと検討できないが、b1はa1が決まれば検討できるという具合だ。検討事項間の依存関係を整理すれば、部品単位で検討事項を処理することも可能になる。

反映し、進ちよく確認と全体の整合性チェックを随時行う機能が備わっている。このような機能を活用することで、部品間の不整合を監視し、解決するという設計リーダーの作業や負荷を低減できるし、詳細設計の担当者がムダな作業を続けることを防止できる。

ただし、これを行うには設計リーダーと詳細設計担当者が、方針や意図を共有していなければならない。そのため、詳細設計担当者に構想設計段階の早い時期から設計に参画してもらうことが肝要である。

何を優先するかを明確に

従来の設計プロセスを見直す際には、設計部門における設計作業だけではなく、他部門や他工程と連携した作業についても見直す必要がある。他部

門や他工程と連携した作業における3次元設計プロセスを定義するに当たっては、何を優先して考えなければならぬかを整理することが重要だ。例えば、デザイン部門が作成した外観モデルを設計部門が利用するという連携において、デザイン変更が発生した場合のモデル修正作業をデザイン部門が行うか、設計部門が行うか、といったところにも踏み込んで、設計の進め方を吟味しておくのだ。

デザイン変更が発生した場合の対応に関しては、デザインを重視するか、リードタイムを重視するかで答えが変わってくる。あるデザイン重視の会社では、外観モデルの作成や変更はデザイン部門で行うことを原則としている。このため、設計部門ではその変更を反映しやすいようなモデル構築方法を採用

ようにした。しかし、リードタイムを重視する企業の場合は、設計部門が詳細なモデルを作成し、それ以降はこのモデルを正として変更していく方がよいだろう。

どんな会社にも当てはまる理想的な3次元設計プロセスは存在せず、各社各様に3次元設計プロセスを見つけ出す必要がある。過剰なルール化/自動化は設計の自由な発想を阻害する要因にもなりかねないし、逆に不必要な作業負荷の増大は3次元設計プロセスが定着しない大きな理由となる。最初から完璧なプロセスを定義できるものではないため、運用を通じてブラッシュアップすることも忘れてはならない。

チェック方法も見直す

3次元化に伴う設計プロセスの再定義においては、設計結果のチェック方法を見直すことにも注目したい。

2次元設計における検図では、計画図や組立図と突き合わせて部品図をチェックしていた。しかし、このような検図作業の質は検図者のスキルに依存するところが多分にあり、チェック漏れも発生しやすい。設計プロセスをせつかく再定義するのであれば、この問題も解決すべきだ。

これは同時に、3次元設計で陥りやすい落とし穴への対策でもある。よくあるのが、画面で3次元モデルを拡大表示していると、実際は小さなクリア

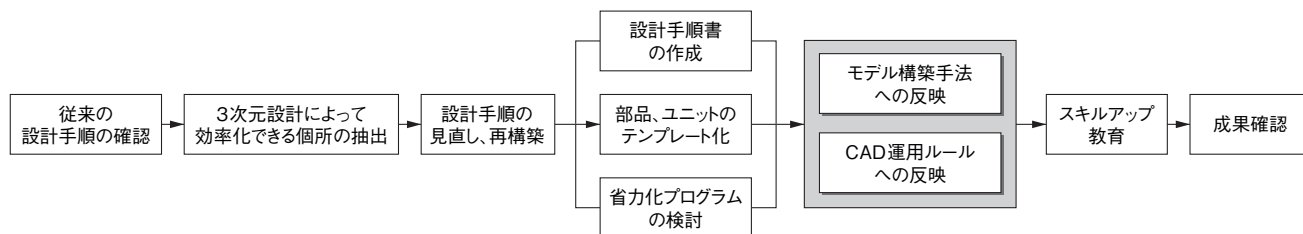


図2●3次元設計プロセスを再構築した後の取り組み
新しい3次元設計プロセスをより有効なものとするため、手順書の作成やテンプレートの作成などを実施し、基盤であるモデル構築方法やCAD運用ルールにもその結果を反映させる。

ンスが大きく見えて、問題にならないと判断してしまうことだ。肉厚も同様で、拡大表示していることで、十分と判断してしまうケースがある。

クリアランスや肉厚の確認には断面を切って確認する方法が一般的だが、効率的な手法を定義しておかないと必要以上に時間をかけることになる。設計結果の確認方法についても、事前に決めておくことが重要だ。

ある企業で使ったアイデアが、設計結果のチェック用テンプレートを作成することだった。類似モデルを効率的に作成するためのテンプレートのように、チェックにおいてもテンプレートは

効果的である。

例えば、さまざまな方向からの断面を見られるように定義したアセンブリモデルをチェック用のテンプレートとして準備しておき、これにチェック対象のモデルを組み付ける。すると、組み付けた瞬間に、部品とその周囲の断面を見ることができる。部品に対してそれぞれ断面を作成してチェックするよりも短時間で済むし、作業も標準化できる。アセンブリモデル上に、作業標準を3次元アノテーション(注記)などで記述しておくことよい。

CADによってはデザインルールをチェックするオプション機能を用意し

ているものもあるので、それを使うのも手である。ただし、概して高価なので、それを導入する前にCADの既存機能をうまく使って目的に合ったチェックをできないか、いろいろとアイデアを出してみることを勧めたい。

新しい3次元設計プロセスが決まったら設計手順書を作成し、部品やユニットのモデリング用テンプレートが作成できるか、省力化プログラムによる支援が可能かも検討していく(図2)。さらに、3次元設計の基盤であるモデル構築手法やCAD運用ルールへと反映させることで、3次元設計プロセスがより有効なものとなるはずだ。

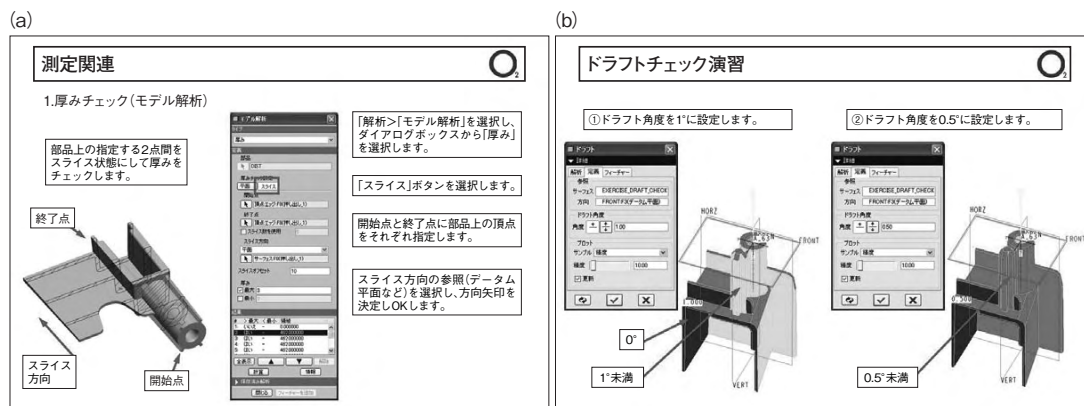


図3●測定に関するスキルアップ教育の例
3次元CADの機能をどのように使って、厚み(a)やこう配(b)を確認するかを教育する。機能の使い方だけではなく、パラメータの具体値などの設定についても明確に指定する。

スキルアップ教育で定着させる

せっかく再定義したプロセスやルールも、適切に使われなくては意味がない。3次元設計プロセスで効果を発揮し続けていくには、それを理解・浸透させていく継続的な取り組みが必要である。それがポイント②、3次元設計プロセスのスキルアップ教育である。

スキルアップ教育で目指すのは、メンバー全員が同じやり方で設計できるようになることだ。単に3次元CADを操作できる人ではなく、3次元設計プロセスを実践できる人を育てる。これは、CADベンダーによる操作教育ではカバーできず、ユーザー企業が自ら取り組むしかないが、3次元CADの導入効果を大きく伸ばすチャンスでもある。

スキルアップ教育では、前回説明したモデルの作り方(構築手法、運用ルール)、今回のテーマである3次元設計の進め方の両方を教える。その際には、単に方法や手順を教えるだけでなく、それらの目的や意図も解説する。

スキルアップ教育のカリキュラムを作成する際には、設計者が受講しているCAD操作教育の内容を把握しておく。その上で、標準化したモデル構築の手順、ファイル間の正しい依存関係、エラー発生時のリカバリー方法などを、カリキュラムに含める。スキルアップ教育で使用する題材は実製品の設計モデルをイメージできるものにもすることも、理解度を高めるためには有効である。

形状変更の発生する部分が予想できる場合には、寸法の取り方を標準化し、その変更方法を理解・習得するための内容も必要だ。履歴(フィーチャ)やレイヤーの名前付けルール、モデルのこう配や板厚などをチェックする方法についても、スキルアップ教育で設計者へと伝える(図3)。

管理職にある技術者に対しても、デザインレビューできるスキルを身に付けるための教育を実施する。管理者はスキルアップ教育を受講する時間を十分に確保できないことが多いため、管理者に必要な内容に絞ったカリキュラムを用意し、時間を短くする代わりに受講率を上げるといった工夫が必要だ。3次元設計プロセスを導入したある企業では、スキルアップ教育を受講して3次元設計スキルが認定された人でないと設計リーダーにはなれないという制度の導入を検討しているところもある。

スキルアップ教育を受講した後は必ず理解度をチェックし、理解が不十分な設計者には個別トレーニングやeラーニングなどによって理解度の底上げを図る。スキルアップ教育は継続的に実施し、定期的に受講するような体制とするのが望ましい。基本となる部分は繰り返してカリキュラムに含めるが、陳腐化させないためにも新しい内容を盛り込み、参加意欲を上げていく工夫も必要となる。

