

総合的・効率的な三次元単独図に関する一考察

- 図面様式について -

Consideration about the General Efficiency-Like Three-Dimensional Annotated Models

- Drawing Format -

○平野 重雄 (正, 株式会社アルトナー Shigeo HIRANO)
喜瀬 晋 (賛, 株式会社アルトナー Susumu KISE)
関口 相三 (賛, 株式会社アルトナー Sozo SEKIGUTI)
奥坂 一也 (正, 株式会社アルトナー Kazuya OKUSAKA)

1. はじめに

最近の三次元CADは加工精度, 工業材料, 工程管理, プロジェクト管理など多岐にわたる作業や業務部門を有機的に結びつけるコア技術として位置づけられている。中でも三次元単独図の活用は総合的かつ効率的な設計業務の手法となってきた。

本報では, 形状特性, 製品特性, 管理情報の指示, 図面様式など三次元単独図の活用に向けて考察事項について述べる。

2. 三次元CADの利点

二次元CADでの設計には, 次のような課題点がある。設計者の立体イメージ能力に依存する。設計者の作図能力に依存する。三面図の形状能力の限界。

三面図による設計検討がゆえに起こる設計ミス。これらの課題は三次元CADの利点によって解決することができる。(1) 立体イメージの具現化。(2) 立体イメージのデータ化。(3) 矛盾結果の排除などである。

二次元CADは三次元形状を頭の中で創造し, 二次元に変換していた。そのため, 設計者から渡された二次元図面を製造者は頭の中で三次元に置き換えなければならない。手描きや二次元CADによる図面は設計者の資質によるところが大きい。しかし, 三次元CADならば三次元のを三次元のまま作業することができるため, 形状をイメージしやすく容易に理解することができ製造者への伝達も容易である。

3. 三次元CADの課題

三次元CADの高機能化が進むにつれ, 多くの企業が開発期間の短縮, 製品品質の向上, 試作回数の減少

などの製品開発の効率向上を目的として設計業務に三次元CADを用いている。しかし, 三次元CADの導入には, 設備投資の費用, 煩雑さゆえの習熟時間の長さ, 属性情報の伝達の困難などの課題がある。

属性情報とは, 設計者の要求を文字や記号などを用いて, 具体的かつ明瞭に示し, 効率的にわかりやすく部品や図面などの設計対象物に付属させる性質や特徴のことをいう。三次元CADでは設計者が自由に形状モデルの作成を行えるため属性情報も自由にモデル内に書き込むことができってしまう。これは属性情報を示す明確な手段が確立されていないために起こる問題である。さらに, 製造部門に三次元CADがまだ浸透しておらず, 従来の二次元図面による製造体制になっている状況が挙げられる。製品開発の効率向上を図るためには三次元CADでのデータを最大限に活用した製造体制を構築することが必要となっている。

4. 三次元単独図の活用に向けて

三次元単独図(3D annotated models)とは, 二次元図面を添付しない三次元データ主体の設計情報(図面)のことである。JAMA/JAPIAでは(一部文章を改変), 「製品形状と製品特性(注釈, 属性)を表した三次元モデル(三次元形状)と, 製品特性の注記および管理情報を三次元モデルから独立した情報として表した図面」と規定している。

ここで, 三次元設計方法に関して考察を試みた。

4.1 企画の段階

企画の段階は顧客の要求から決定した全体企画に従い, 設計作業そのものの内容を決定する段階である。この段階では基本仕様, 予算, 日程や役割の分担を行う。

基本仕様の決定では過剰な仕様ではないか, 技術的に可能な仕様かを考えながら全体企画の時点であいまいであった内容を具体的かつ正確な仕様として決定し, 基本仕様書を作成する。予算の決定では製品の販売価格をいくりに設定できるか, コストを考えた場合設備

投資はどの程度可能かなどを顧慮して、基本仕様を満たす機械（製品）をどのくらいのコストで製作すべきかを示し予算書を作成する。

この企画の段階において新規の設計であるならば三次元CADの使用は不要である。しかし、昨今は新規要素試験が必要な技術より、既存技術を取り入れた類似設計が多い。そのため既存の設計を基とした類似設計や流用設計では以前に作成した三次元CADデータを参考にし、どのような設計をすればどの程度実現が可能か、コストはどの程度必要かが若手の設計者にも理解できる。また、中堅の設計者でも以前の設計の意図や構想を再確認することはとても重要なことである。

4.2 概念設計（構想設計）の段階

概念設計の段階では自分の頭の中にあった形状や機構の構想をまとめていく。構想をまとめるにあたってポンチ絵として頭の中にあったものを描いていく。ポンチ絵に描いてゆくことによって頭の中で考えていたものの不正確さがわかってくる。この不正確な部分を解決しながら次々に描いていき段々と理想のものに近づけていく。

この概念設計の段階においても三次元CADの使用は不要である。ポンチ絵は、他人に正確な情報を伝える図面ではないし、頭の中にあるものを表すのに三次元CADでどのようにモデリングしようかと考えながら描いては時間がいくらあっても足りないからである。そのために手描きのポンチ絵で次の各項目に注意をしながら構想をまとめていく。仕様を満たす機能か。機構は単純で最適なものか。駆動方法、動力伝達方法は最適か。静的強度は問題ないか。見た目にバランスはよいか。動特性は考慮したかなどである。

4.3 基本設計の段階

基本設計の段階では、概念設計の段階でまとめた構想を計画図として具現化していく。計画図を描いていくうちに、様々な不都合が発生し、概念設計の段階でまとめた構想が実現不可能になることがある。その場合はまた構想をまとめなおす。不都合を解決しながら、計画図を何枚も描き最終計画図を完成させる。

この時点で機構、駆動、制御、検出、寸法、加工方法や組立方法などの全ての情報を盛り込んでおく。また計画図を仕上げていくにあたって使用する場所、電源供給の場所や周囲の環境など様々な調査をしておく必要がある。調査が不十分であると計画図が無駄になってしまうからである。

この段階では計画図を作成すると併せて実際の大きさや形状で三次元CADを使用し三次元モデルを作成しデザインレビューを行う。デザインレビューをす

ることによって早期の段階で顧客にも出来上がるモノを確認してもらうことができ販売やサービスに活かせるからである。また、性能や強度の検討における設計計算を手計算で行うが併せて三次元CADに付随する解析システムを用いて設計者自身で解析を行い設計計算のミスを減らしていく。

4.4 詳細設計の段階

詳細設計の段階では、基本設計の段階で作成した計画図をもとに部品図や組立図を作成していく。部品図は製造部門や外注先が部品をつくるための製作指示をしたものである。製作側が誤解をしないように描かなければならない。部品図では次に示す項目を明確に表記する。各部寸法（寸法、公差、はめあい、表面性状、幾何公差）。材質。加工法、加工順序。数量（製作または購入）。市販品の場合はメーカー名、形式、基本仕様、主要寸法。総重量。

ここでは基本設計の段階で作成した三次元モデルにこれら属性情報を付加していく。しかし、これまで述べてきたように三次元モデルに全ての属性情報を付加するのは困難である。そのため三次元モデル内に表せない属性情報は、外部ソフトを用いて表し図面に付記する。また、組立図は設計者が、部品の組み立ては可能か、組み立ての際にどのような問題が起こるのかなど実際のモノを組み立てる前に検討し、組み立てを行う作業者にどのような順序で、どのような注意をして組み立て作業をしたらよいか指示するためのものである。組立図には全体寸法、機構部に関係する主要寸法などを記入しなければならない。

組立図は部品図で作成した三次元モデルをアセンブリすることによって作成していく。三次元CADでの組立図の作成は容易であり、最大の利点である矛盾結果の排除を活かせば、組み立てたときに穴のズレなどが起きたとき組み立ての間違いか部品図の間違いかの確認も容易に行える。

5. おわりに

企業が設計技術者に求める能力は多岐にわたっており、その期待度（能力要件）は時代とともに変化している。現代から近未来においては設計の質の向上および効率化の視点から三次元CADの活用能力を含む三次元設計能力に対する要望が大きくなっている。全ての産業の原点である設計は、工夫と創造の世界でもあり、常に新しい感覚と技術の革新が求められている。

それと並行して、これまで長い歴史の中で確立されてきた図面の文化が、三次元CADの普及によって進化の道を歩み始めている。今後の重要な課題である。