

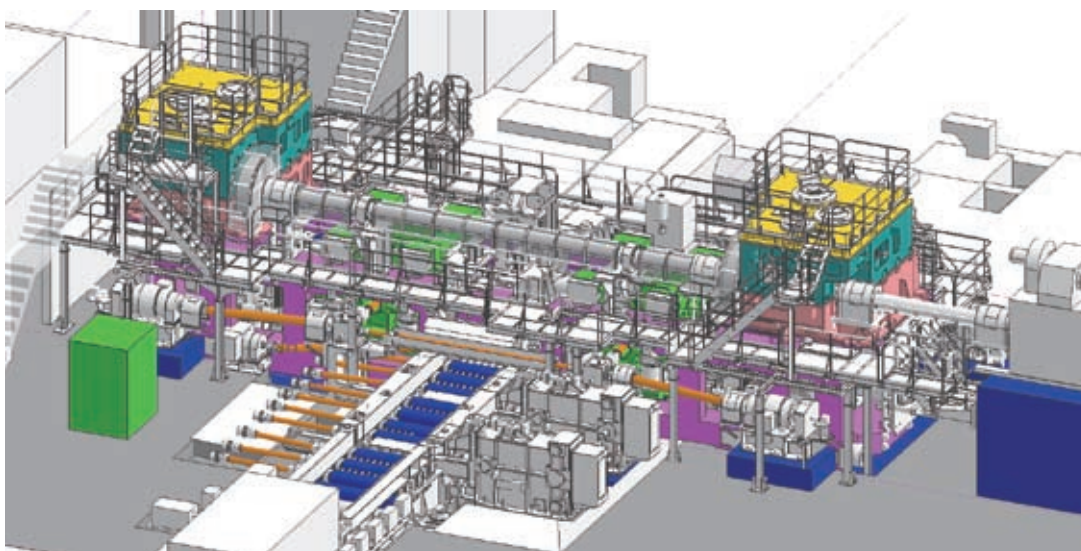
3D CAD は コミュニケーションツール

圧延機事業の 3D CAD 活用による設計効率改善

IT 技術の進歩と共に設計ツール (CAD) も大幅に進化し、設計現場で 3D CAD が当たり前に使われる時代になった。これまでその普及を担ってきたのは自動車、航空機、船などや、大量生産品が中心である。これに対し圧延機という大型一品もの製品に 3D CAD を導入し、これを契機に設計効率を改善することで設計本来の業務としてのコミュニケーションを活性化させた IHI メタルテック株式会社 (IHIMT) の取り組みについて紹介する。

IHI メタルテック株式会社
技術部

百々 泰



サイジングプレスの三次元モデル

今なぜ 3D CAD

IT 技術の進歩と共に設計ツール (Computer Aided Design : CAD) も大幅に進化し、設計現場で 3D CAD が当たり前に使われる時代になった。これまでその普及を担ってきたのは自動車、航空機、船などで、主に部品の構造解析、動解析、熱解析などに活用されている。また、大量生産される製品でも、一円でも安く、一個でも不良を出さず、一秒でも短納期を追求するために 3D CAD が活用され進化してきている。

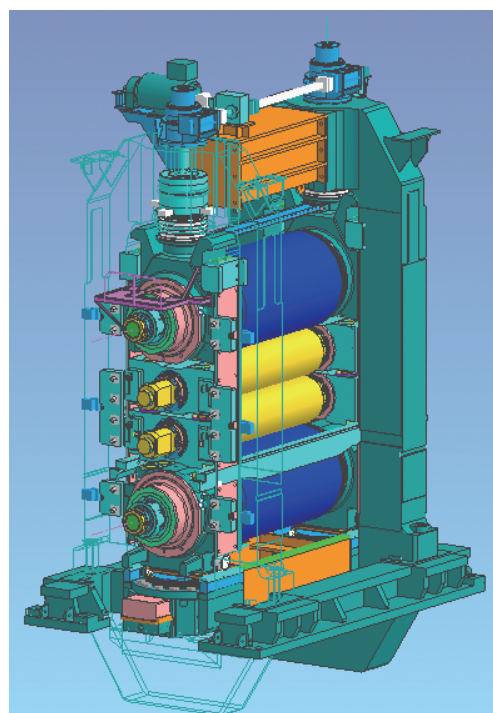
これに対し、ここで紹介する圧延機的设计・製作は少し様子が違う。一つ一つの部品を理詰めで最適化していく大量生産品と違って、産業機械は 1 度の設計で一つの製品が基本である。その設計の質を高めるためには、設計する人 - 製造する人 - 据付試運転をする人 - 使う人 (お客さま) の間の意思疎通をいかに効率よく行うかが鍵を握る。われわれは、三次元モデルを、設計する人からお客さままでを結ぶ「共通言語」として捉え、システム開発を行い、設計の質の向上と効率化に成功した。その取り組みについて紹介する。

IHIMT の圧延機

圧延機は、金属の塊をローラで押し延ばす産業用工作機械である。その代表的なものとして自動車のボディ材などを生産する鉄鋼用熱間圧延ラインは、幅 2 m、厚さ 250 mm、重量は数十 t にもなる鋼の塊を、厚さ 1 mm 程度にまで圧延し、最後は最高速度 70 km/h の高速でコイルに巻き取っていく。そのライン全長は数百 m に及ぶことも多い。このように圧延機はお客様の生産を支える重要な役割を担うと共にお客様の事業の差別化のためには、圧延ラインそのものの優位性も重要であり、必然的にお客様ごとにオーダーメイドの製品になるという特徴を持っている。

上述した熱間圧延ラインでは、真っ赤に加熱された 1 000℃ 以上もの高温の鋼から発せられる熱と、鋼の表面にできる酸化鉄の層を割り飛ばすために、高圧で吹き付けられる冷却水が、超高温多湿という過酷な環境を作りだしている。その劣悪な使用条件下で厚さ誤差を数 μm 以下という高精度な鋼板を生産するためには、数千 t もの荷重を鋼板の温度差まで考慮して操らなければならない。そのような圧延機その他、高速で鋼板を切断するフライングシャーや、最後に鋼板を巻き取るダウンコイラなど、さまざまな設備で構成される。このように圧延ラインの設備構成は複雑で、部品点数は一基でも数万点にのぼる。ライン一括ともなれば百万点を超えることになる。しかも、その中核となる構造体（ハウジング）は大きい物で一つが 380 t にもなる世界最大級の鋳物である。これだけのものを造るためには、受注から据付完了まで優に 2～3 年という期間が必要になる。

このような精密かつ大型の機械を設計する際には、われわれ設備メーカーが持っている機械技術、設計技術、生産技術と、お客様が持っている操業技術、設備技術、保全技術を出し合い、何度も打ち合わせをしながら毎回新設計する。従ってその都度異なるお客様の要求や製造部門の意見を素早く取り込んで、部品を速く正確かつ大量に図面化する必要がある。図面は、設計する人、製造する人、据付運転試験をする人、使う人（お客様）を結ぶ共通言語なのである。それぞれの担当は、図面という言葉の基に必要な三次元像を頭の中に描く。その像を根拠に議論を重ねて、製品ができ上がっていく。



圧延機の三次元モデル

IHIMT の 3D CAD

自動車産業を中心に 3D CAD は普及しているが、その多くは解析機能に優れ、複雑な曲面を自在に扱い、デザイン性の優れた製品モデルを作成できる反面、操作が複雑なため設計者とは別の専門のオペレーターが操作しているのが一般的である。しかし、圧延機をはじめとする産業機械には、デザイン性を意識した自由曲面は皆無である。したがって高機能な CAD よりも、むしろ一般の設計者が容易に操れる操作性と、大規模モデルもストレスなく扱える軽さが重要である。

しかし、単に操作性に優れた 3D CAD を用いるだけでは、圧延機の設計は効率化できないのである。なぜか？

二次元の製図でボルトを描く場合、複雑なネジの螺旋形状を描かなくても、あらかじめ JIS などの規格で決められたルールによってネジであることを表現することができる。しかし 3D CAD の世界にはこのような明確な統一ルールがなかった。このため、単に 3D CAD が使える環境を作っても、設計者がそれぞれ独自にモデル化を行ってしまうと、相手にこれがボルトであると理解してもらえないのである。

われわれはまず三次元モデルの形状を表現するルールを作ることに着手した。こうして、IHIMT の独自 3D CAD 設計システムの開発が始まった。

ネジの螺旋形状やギヤなど、自分たちの仕事のなかで登場する機械要素を 3D CAD でどのように表現するのか、圧延機設計に適したルールを一つ一つ決めていった。同時に、このルールにのっとり、よく使う標準部品をあらかじめまとめたライブラリも作成した。

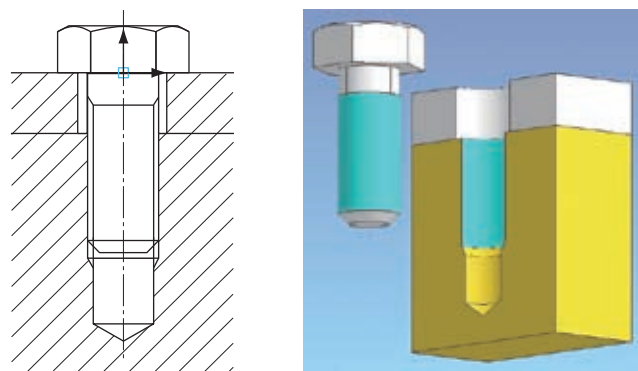
標準部品のボルトを例にとると、ネジ部と、ネジが切られていない部分の色を分けた。つまり「ネジ部は青く塗る」というルールを作り、ネジ部とそうでない部分を区別して表現しているのである。よって、モデル上では単に穴でしかないものも、ドリル穴なのか？ネジ穴なのか？一目で判断することができる。

このように統一ルールを徹底したことで、現在では圧延機事業に携わる全員が共通の認識でモデルを見ることができるようになった。このことによって、従来、二次元図面で行っていた設計レビューも三次元モデルをそのままプロジェクタで投影して行えるようになった。これは設計者を、設計レビューのための資料作りから解放した。

それだけでなく、モデルを断面にして内部を説明したり、ワイヤフレーム状態にして部品の向こう側を見せたりすれば見る者に瞬時に構造や形状を理解させることができ、勘違いや、製品ができて初めてこんなはずではなかったという状況が減った。

周辺ツールの IT 化

圧延機の部品点数が多いことは既に述べたが、これを毎回新設計しているので、そこに使用しているボル



ボルト穴 二次元と三次元

トやナットの個数を数えたり、材質や製品番号をミスなく生産管理システムへインプットしたりするのは大変な作業である。インプットが手作業のため必ずチェック作業が伴い、これも設計負荷増大の要因になっていた。そこで、三次元モデルのルールと同時に、3D CAD によって重量や材質、個数といったデータを一括管理する運用ルールも策定した。これによって製品に関する技術情報を、3D CAD を中心に一元管理することができるようになった。

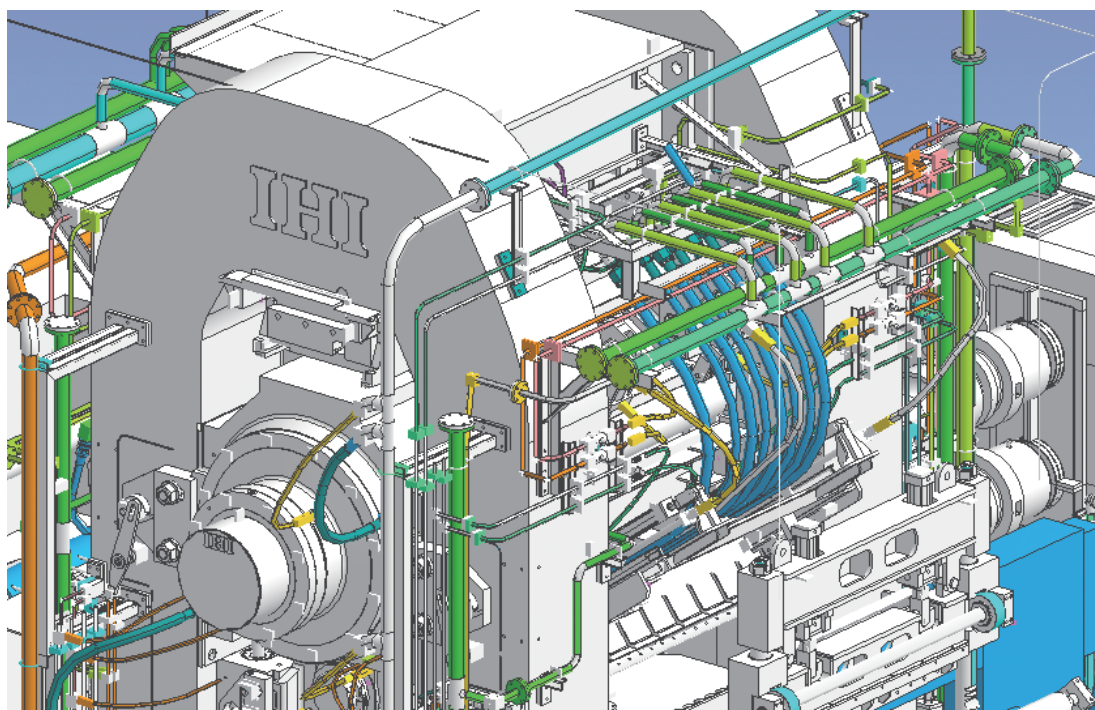
また更に、設計担当者が材質をインプットするだけで自動的に重量を計算して部品表に転記したり、組立モデルに部品を配置するだけで個数を集計して部品を手配するためのリストを作成したりする機能も持たせ、三次元モデルを正確に作成すれば部品手配のための帳票が自動的に作成される環境を実現した。このように 3D CAD 導入をきっかけに設計データの IT 化を徹底的に行うことで作業時間を短縮した。

3D CAD による配管設計

圧延機の配管は、油圧や冷却水だけではなく、潤滑油やグリース、動力用エアなどさまざまな用途のものがあがり、それぞれ厚みも材質も異なる配管で複雑である。そのため、その設計作業は圧延機設計の中でも大きな部分を占めていた。

具体的には完成した機械図面に配管をレイアウトしていく作業になるが、上記のような三次元的な複雑な配管を二次元の図面で設計していく作業は、ベテランの設計者でなければとても時間が掛かる仕事だった。しかし、このような複雑な配管も三次元モデルで表現すれば一目瞭然。経験の浅い設計者でもベテランとほぼ同様の時間でこなせた事例もあり、3D CAD の機能によって、組立現場での干渉トラブルを激減させることに成功したのである。

また、でき上がったモデルの二次元化についても、開発当初から製造部門の専門家も入れて最適な運用ルールを定めてきた。その結果、それまで一つ一つの配管ピースの形状がすべて分かるように作成していた複雑な配管組立図も、配管ルート上の所要所の座標だけで表したシンプルな表現とし、代わりに三次元モデルから一つ一つの配管ピースを自動的に投影図にするツールを完成させた。



圧延機配管の三次元モデル

このようにしてある一部の配管設計では、2D CAD で想定した設計時間に対して3割も短縮した例もあり、3D CAD を導入して大幅に設計効率を改善することに成功した。

今こそ 3D CAD - コミュニケーションツール -

われわれの製品は当然のことながら三次元の物体である。しかし、従来はそれを二次元の図面で表現してきた。設計部門は二次元の図面を通して自分の考えが見える形にし、下流部門は図面を見て設計意図を理解した。

そうした状況の中、IT の発達によって 3D CAD というツールが手軽に扱えるようになった。三次元のもを三次元で表現することで、瞬間的に形や構造を理解させ、それを見る者に正確なイメージとして伝えることができる。

圧延機という製品は、設計部門と下流部門、ひいてはお客さままで巻き込んで設計を進める日本型のものづくりを必要とする製品であり、作る人、使う人、メンテナンスする人、それぞれの異なる意見を集約して最適な製品を設計することこそ、その設計者の本来の仕事なのである。

そしてこのような仕事にこそ、3D CAD は威力を発揮する。お客さまの前に三次元モデルを投影すれば、すぐに立ち上がってモデルを指さして構造や形状の議論になる。二次元で表現すると、どうしても多数枚で構成されるようになり、図面を読解するだけで大変で、後で「こんなはずではなかった」という話になることが多かった。また頭の中に具体的なイメージを持っているベテラン設計者が、それを伝えるために若手よりも早く 3D CAD を使いたがった例もあった。このことから、三次元モデルは従来の二次元図面に代わる新しいコミュニケーションツールとして貢献すると確信している。まさに「共通言語」なのである。

今後も、より一層の最適化につとめ、お客さまをはじめとするものづくりに携わる人たちとの技術コミュニケーションのツールとして 3D CAD システムを発展させていきたい。

問い合わせ先

IHI メタルテック株式会社

技術部

電話 (045) 759-2334

URL : www.i-webspace.com/IHI_Metal_Tech/