論文・解説

37　3D金型設計拡大に向けたEngineering HUBシステムの開発
Development of Engineering HUB System for 3D Die Design Expansion

脊　戸　睦　男[*1]　松　田　　武[*2]
Mutsuo Seto　　Takeshi Matsuda

要　約

プレス量産準備において，3Dモデルを活用することにより金型生産能力を大幅にアップしてきた。しかし，昨今の新車開発スピードは更に加速し，3Dモデルを核とした3Dプロセス金型造りの拡大・定着が必須となり，2Dから3D金型設計への移行が急務となった。従来のCAD統一による3D設計拡大よりも，設計拠点それぞれで所有しているCADの有効利用による3D設計拡大が，3D化促進の早道である。そこで，設計拠点やCADの制約を必要としないマルチCAD環境において，一つの3Dモデルにより設計から検証・製作まで一気通貫のプロセスを実現するための器と仕組みの開発に取り組んでいる。

本稿では，ロケーションフリーを目指したマルチCAD環境におけるEngineering HUBシステム開発について紹介する。

Summary

3D model utilization in Stamping Die preparation had much improved capability of Die manufacturing. However, recent development of a new vehicle has needed increasingly short lead-time. Therefore, it is very necessary to extend and establish die manufacture through a process using 3D models, which has accelerated a shift of die design from 2D to 3D. In order to accommodate such an acceleration, it is a better way to make efficient use of CAD systems possessed by each of external design centers than to standardize the CAD systems between them. Now we have worked for developments of CAD application tools and systems to achieve consistent die manufacture in a multi-CAD environment free from the constraints of the design centers and CAD systems.

This paper presents development of a free-location Engineering HUB system.

1．はじめに

国内の自動車メーカは過去に例を見ない速さでグローバル化を推進しており，生き残るためには劇的な品質・効率性の向上が必至である。そのためにもプレス量産準備においては，3Dモデルを核とした3Dプロセス金型造りを拡大・定着させることが絶対必要である。これまで3D金型設計を社内適用し，3Dモデルを活用した金型製作により金型生産能力を大幅にアップした。しかし，昨今の新車開発スピードは更に加速しており，社内外を問わず2Dから3D金型設計への移行が急務となった。そこで3D金型設計を拡大するために広島地場から日本国内，更には海外へとロケーションを選ばない設計環境の構築を進めている（Fig.1）。本稿では，ロケーションフリーを目指したマルチCAD環境におけるEngineering HUBシステム開発について紹介する。

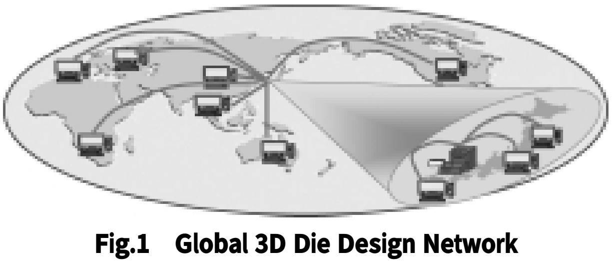

Fig.1　Global 3D Die Design Network

＊1，2　車体技術部
Body Production Engineering Dept.

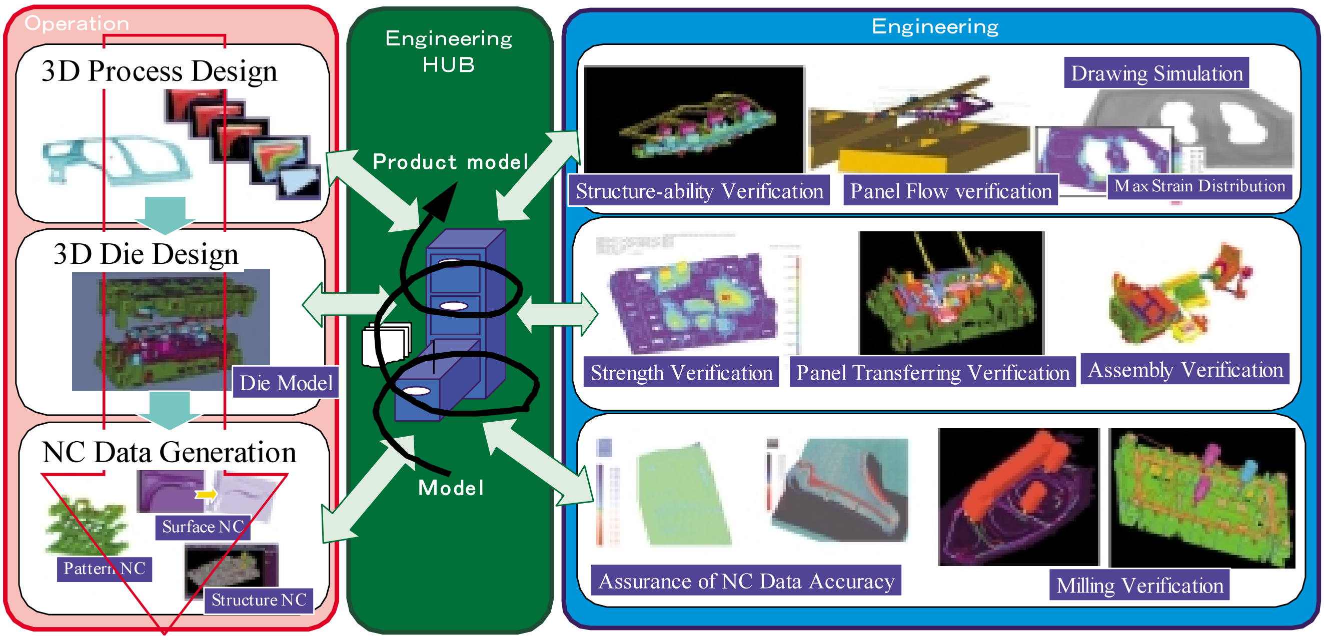

Fig.2　Engineering Process Integrated and Streamlined by 3D Data

2．金型設計のねらいの姿と課題

これまでは，プレス工程設計，金型設計やNC作成など領域ごと，個々に必要情報を取り扱っていた。これからは，各々の領域で必要な要求品質を一つの3Dモデルに作りこみ進化・育成させ，すべての領域で活用する一気通貫プロセスを構築する必要がある（Fig.2）。

それには，3Dプロセス金型造りにおける3D金型設計にて，3Dモデルによるモノの形（ジオメトリ，トポロジ）だけでなく，モノを作るための製作情報（仕上げ方法，材質など）をいかに付加し，活用できるようにするかがキーとなる。

また，3D金型設計の拡大展開に向けては，道具（CAD）の統一よりも，CADの制約を設けず，3Dプロセス金型造りを可能とする方式を取るのが得策である。つまり，設計拠点それぞれで所有しているCADを有効利用することで，更なる3D化促進が加速できる。そのためには，マルチCAD環境の構築が必要であった。

しかし，マルチCAD環境において一気通貫プロセスを実現するには，形状と製作情報から構成される3Dモデルをプロダクトモデルと定義し，様々なCAE・CAD・CAMで活用するための一元管理ができるようにすること。また，異種CADデータを同一CADデータのごとく，簡単に扱えるようにすることが必要である。

そこで，このプロダクトモデルの管理・育成・伝達を行うための器と仕組み（Engineering HUBシステム）の開発に取り組んだ。

3．Engineering HUBシステムの開発

3.1　システムの要件

異種CAD間におけるデータ共有には，一般にIGESやSTEPなどのデータ変換を必要とする。しかし，こうしたデータ変換を使用すると，形状の抜けや製作情報のモレといった設計情報の欠落が起きている。

Engineering HUBシステムの構築を実現するため，形状・製作情報・アセンブリ構造など様々なCADデータの形式を包括する中間ファイルの定義が必要である。更にこれをマザーデータとして管理していくことで，マルチCAD環境を前提とした，双方向のN対Nのデータ活用が実現できる（Fig.3）。Engineering HUB システム開発にあたり，以下の4点を要件設定した。

・3Dモデルの形状，製作情報及び，アセンブリ構造を失わないこと。
・CADシステムに依存せず，双方向での運用が可能なこと。
・過去に設計された3Dモデルなどの情報資源の活用ができること。
・データ変換時間は，IGESやSTEPなど一般データ変換ツールによる変換時間以下であること。

3.2　システムの選定

前述の要件を有するシステムを調査し，検証を開始した。量産金型の3Dモデルでトライアルを行ったところ，CADシステムに依存しないこと，過去の情報資源の活用ができることが確認できた。また，3Dモデル形状やアセンブリ構造も問題なく活用できるため，導入可能と判断した。

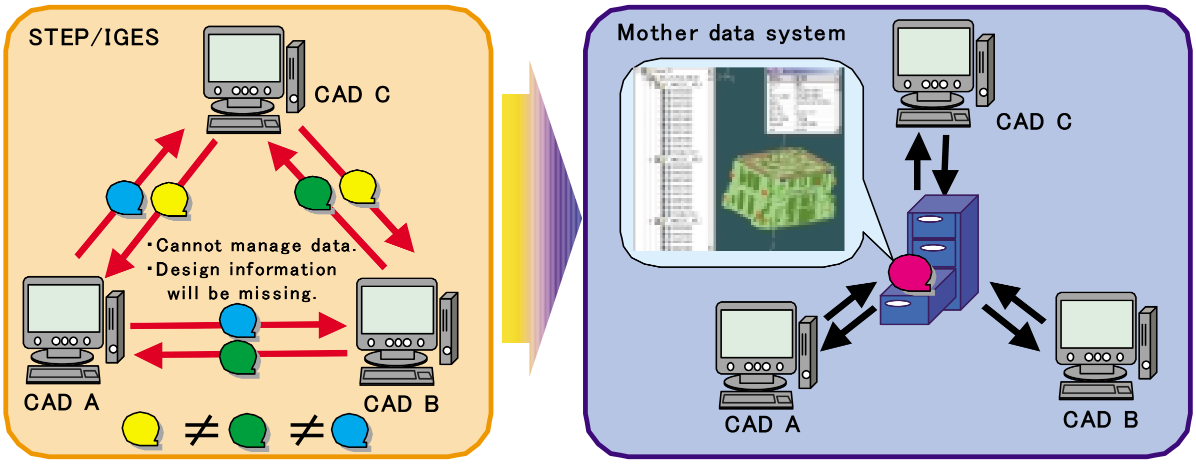

Fig.3　Mother Data Management System

しかし，業務への適用を考えると，一部製作情報の伝達が不十分であるため，後工程において大きな手戻りが発生する。また，データ変換処理時間も長く，一気通貫プロセスにおいては後工程を停滞させる原因になることがわかった。そこで，製作情報の受け渡しを確実にする，データ変換処理時間を削減する，という二つの問題に取り組んだ。

4．問題解決

4.1　製作情報の受け渡しロスゼロー品質の作りこみ

(1)　加工属性

加工属性は，製作でのねらいの形・表面粗さを指示する加工工程と切削手順の組み合わせをモデル表面の色で表わしたものである。

CADの種類により，決められた色（パレット）から選択するものとRGBの値により自由に色を作れるものがある。このようなCAD間でデータを往復させると，元の色を再現できない場合がある（Fig.4）。

そこで，加工属性の種類を網羅するパレット色の数を基準とし，すべてのパレット色に対する入出力のRGB値を調べた。またRGB値でも，それぞれの色を100階調・256階調で表現するものがあり，同様に入出力値を調べた。入出力のRGB値が異なるものについて，RGB値が同じになるよう変換機能を強化し，加工属性を一対一で対応させる仕組みを開発した。

更に，3D金型設計時の加工指示間違いや指示漏れをCADに戻り，CAD操作で修正することなく，Engineering HUBシステム内で加工属性を簡便に追加・変更する機能を開発した（Fig.5）。

(2)　部品属性

部品属性は部品番号，部品名称，サイズなど特徴を表したもので，形状データとは別に文字の形で付随情報として作成される。

CADシステムにおいて前述の付随情報を記載する部分のデータ構造の詳細を公開しないものもあり，部品属性の

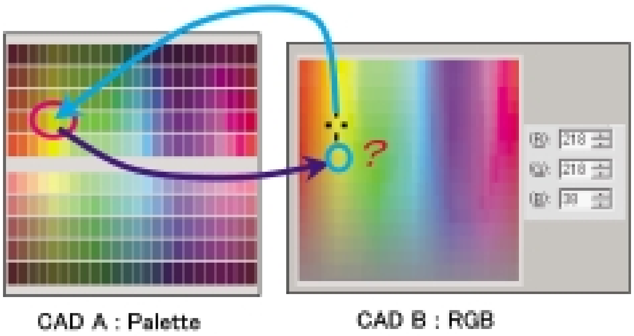

Fig.4　Mis-conversion of Colors as Processing Attributes

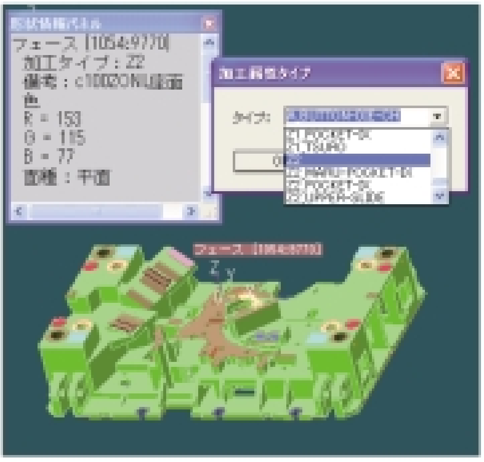

Fig.5　Function to Add Processing Attributes

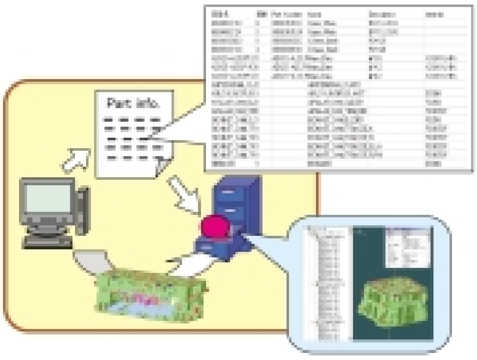

Fig.6　Function to Add Part Attributes

受け渡しができず，Engineering HUBシステムに実装できないものがあった。そこで，CAD機能から部品表をテキストとして抽出し，このテキスト情報を基にEngineering HUBシステム内でモデルに部品属性として合成する仕組みを開発した（Fig.6）。

4.2　データ変換時間の削減

異なる車種において，同規模の部品・加工工程の金型3Dモデルであっても，取り込み・書き出しの処理時間に大きな違いがあった。

⑴　大規模アセンブリでの処理時間増加

データ変換時間は，データ量に比例して増加するものであるが，Fig.7に示すように予想時間の4倍以上かかるものがあった。データ量が同程度でもアセンブリ構成を比較すると部品数に違いがあり，この部品数の差によって処理時間が大きく変化することを突き止めた。

はじめにシステム側の対策として，3Dモデルから部品データを取り込む部分及びデータ変換処理を行う部分を高速化するプログラム開発を行った。

次に，モデル部品数を削減するため，複数部品で構成されていたユニットを一つの部品で表現するモデリング手法を開発した。Fig.8にガススプリングの例で説明する。従来, ストローク部分が押し縮められた状態（ベースパート）と最大まで伸びた状態（ストロークパート）からガススプリングアセンブリを作成していた。これを縮んだ状態と伸びた状態をあわせ持ったガススプリングパートとして定義することで，部品数を削減するとともにアセンブリ構造を廃止した。

⑵　曲面形状処理時間の増大

車体製品形状のような複雑な曲面を受け渡す際，曲面と曲面のつながり具合を滑らかに調整するヒーリング処理に時間がかかる（Fig.9）。CADの特徴にあわせてヒーリング処理を行うが，特定のCADデータにおいては専用ヒーリング処理に加え汎用ヒーリング処理を組合せて行っている。

そこで，二つのヒーリング処理を起動する条件や設定値の見直しを行うとともに，モデリング側からもヒーリング処理そのものを削減する対策を行った。金型設計（鋳物製作）に必要なモデル精度を維持し，形状面を簡略面化し構成面数を極小化できるモデリング機能を開発した。Fig.10の例では4,200面を49面で定義している。

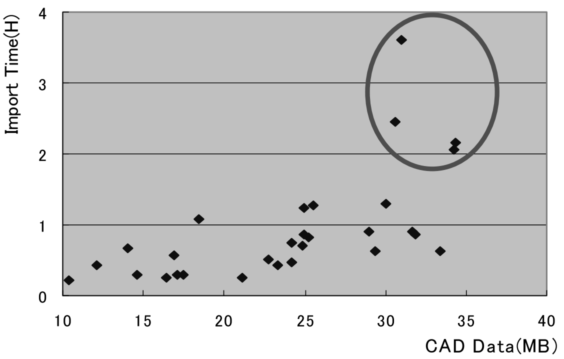

Fig.7　Abnormal Values of Import Time in Assembly

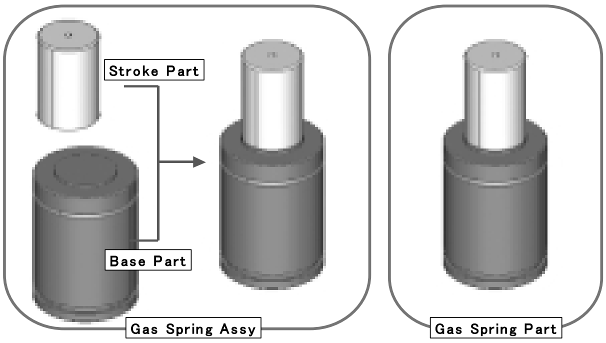

Fig.8　To Combine Parts for Reducing the Amount of Model Elements

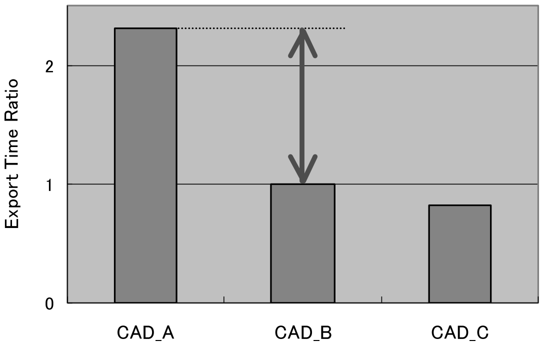

Fig.9　Export Time Ratios in Each CAD

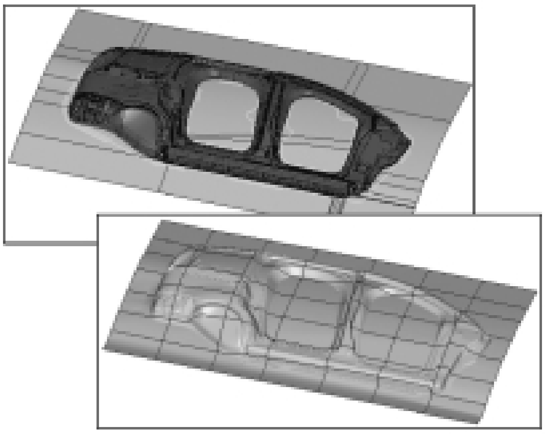

Fig.10　Simplified Surface

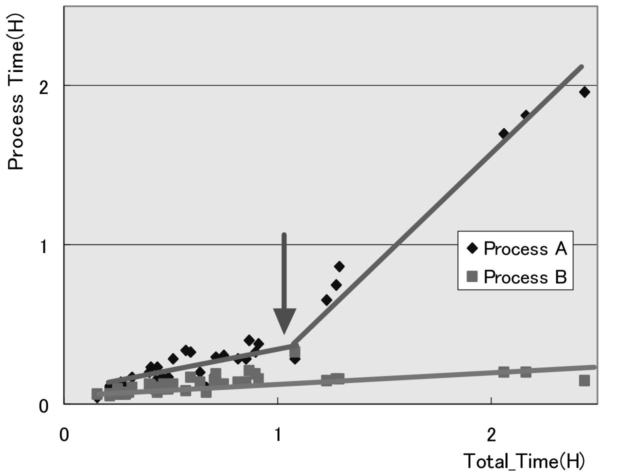

Fig.11　A Distribution Chart of Process Time - Total Time

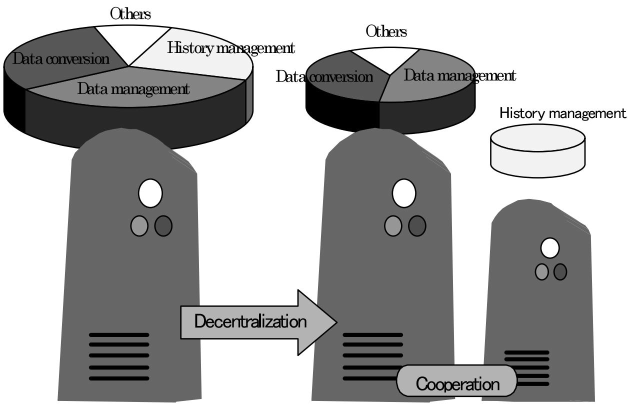

Fig.12　Server Decentralization

⑶　**データベース登録時間の増加**

Fig.11は，データ処理時間に対する内部処理時間の分布を示す。内部処理は処理Aと処理Bから構成されている。処理Bはデータ量の増加にかかわらずほぼ一定であったが，処理Aはあるポイントを境に，グラフの傾きが3倍に変化していることがわかった。

処理Bは操作端末上で，CADデータからマザーデータ（中間ファイル形式）を作成する部分である。処理Aはサーバ上で，履歴やデータ管理情報を加えデータベースへ登録する部分であり，サーバへの負荷増加にともない，処理時間も増加していた。

サーバ処理を分析すると，複数の役割を行っていることが判明した。そこで，Fig.12に示すように別の端末に分散処理させることで，サーバ負荷を軽減できデータ処理時間を短縮した。

5．成果

マザーデータに製作情報を欠落なく保持・伝達することで，異種CAD間のスムーズなデータ変換を可能にした。

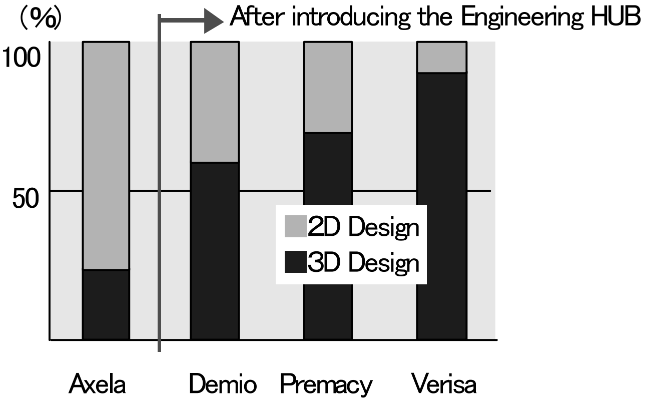

Fig.13　Transition of Ratio between 2D Design and 3D Design

更に，データ変換時間削減対策により，処理時間を1型あたり40%削減でき，大規模アセンブリ構造を持つサイドフレームクラスのデータへの業務適用を実現した。

以上のように，Engineering HUBシステムを核とした大規模3Dモデルを様々なCADで活用できるマルチCAD環境を構築したことで，3D金型設計の拡大に貢献でき，従来比3倍まで増加させることができた（Fig.13）。

6．まとめ

業務適用開始から今日まで，Engineering HUBシステムの実用性と信頼性の高さを実感した。私たちの目指すグローバル3D設計ネットワーク実現へ向けて，これからもCADシステム依存など垣根のない設計環境の拡大や遠隔地設計コミュニケーション技術開発などへ取り組んでいく。

■著　者■

脊戸睦男

松田　武