

CADデータ交換時の問題解決*

長嶋 宏之**、町田 俊一**

昨今、製造業においてCAD/CAMシステムの普及に伴い、データ交換時のトラブルが多く発生している。そこで、データ交換時に発生する問題を抽出し、それに対する解決策を検討した。光造形用データとして使用頻度が高い、「STL」、「IGES」形式のデータを事例とし、異なるシステム間でのデータ交換時の問題点を検証した。その結果下記の事項に配慮することで不具合を改善することができた。

1. CAD間での許容精度やオブジェクト次数を適正值にする。
2. CADシステムの独自機能の多用を避け、複雑な要素や極小要素を作らない。
3. データ保存時にデータの品質を検証し、保存時の各種設定を適正に行う。

キーワード：データ交換、CAD

Solution of Troubles in CAD Data Exchange

NAGASHIMA Hiroyuki and MACHIDA Toshikazu

Recently, troubles of CAD data exchange increase with spread of CAD/CAM system in companies. In this year, the problems which occurs at exchanging between different systems or various devices were inspected. The CAD data made for rapid prototyping was examined as an example, and it was found that these problems should be kept avoid by the consideration as follows.

1. Keeping reasonable tolerance and object degree.
2. Not to use a peculiar function of each CAD and complexity and small elements.
3. To inspect the data quality and to carry out appropriate setting in saving.

key words : CAD data exchange, rapid prototyping

1 結 言

昨今、製造業においてCAD/CAMシステムの導入は必要不可欠になっている。しかし、下請けの多い県内企業では顧客とのデータ交換や加工機へのデータの受け渡しができない、データが破損するなどの問題で頭を悩ますことが多く、工業技術センター（以下センター）の技術相談においても同様の問題がかなり発生している。

そこで本指導事業では作業中に発生する問題を抽出し、それに対する解決策を検討した。さらにそれをノウハウとして収集し、一般に公開することで、県内企業のデータ受け渡し時の問題解決を図った。この事業は2カ年計画で行われ、今年度が最終年度である。

2 方 法

2-1 事業の流れ

異なるCADシステム間でのCADデータの授受や、NC加工機等への送信時に発生する問題の多くは、作業の過程で問題が発生し受け取ったデータが展開できないことである（図1）。

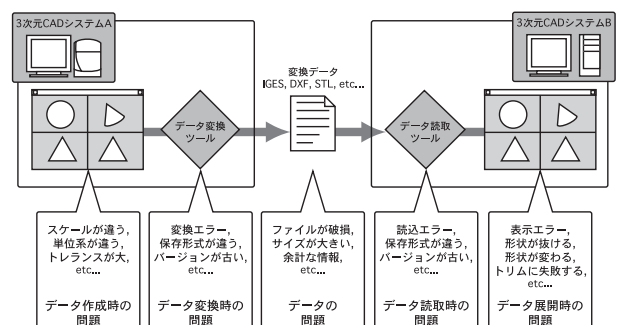


図1 データ交換の流れと起こりうる問題

そこでセンターのCADシステムを使用して検証用データを作成し、他のCADや加工機へのデータ交換を試み、実際の作業過程を通して問題の発生する状況を抽出し、それに対する解決法を検討する。

次に協力企業***のシステムで作製されたデータにおいて同様の検討を実施し、抽出された問題点を整理検討し、具体的な改善方法を企業に提案する。

* 平成14年度特定地域産業集積活性化機関支援強化事業（指導事業）

** 特産開発デザイン部

*** 本事業に関する協力企業は7社。数企業に要望により詳細は非公表。

2-2 昨年度（平成13年度）までの経過

検証用CADデータをセンターのシステムによって作成し、このデータをセンター内の異なるCADシステムとでデータ交換を行い、不具合発生の有無を検証した。また、異環境で作成したデータを、センターの加工機（光造形装置）用データに変換し、データ交換の不具合を検証した。この際の、不具合は原因を調べ、解決策を検討し、データを受け渡し可能な状態に修正して、改善方法の検討を行った（表1）。

表1 抽出したトラブル（一部）

	トラブルの症例	トラブルの原因
設定に関するトラブル	サイズが異なる。	単位系が正しくない。
		スケールの設定が正しくない。
	形状が見えない。	非表示の属性が与えられている。
		原点から遠い場所にある物体がある。
	モデルが読み込めない。	精度の値が小さすぎる。
	反応が遅くなる。	精度の値が大きすぎる。
ファイル変換時のトラブル	面に隙間ができる。	精度の値が大きすぎる。
	形状を正しく表現しない。	精度の値が大きすぎる。
	うまくファイル変換されない。	変換対象を選択していない。
		バージョンが古い。
		変換データが不完全である。
	ファイル変換ツールが読み込めない。	拡張子が違う。
カーブや面のトラブル		読み込み側に機能制限がある。
		ファイルが壊れている。
		ASCII/バイナリモードが正しくない。
		変換側で独自拡張機能を書き込む。
	カーブや面が無くなる／形状が変わる。	曲面の表現が異なる。
		制御点が多い。
トリミングのトラブル		次数が高い
		面にシワや折れがある。
		精度が悪く近似や補正をされる。
	トリムが解除される。	複数の境界線がある。
		縮退している面がある。
		境界線が交差している。

その結果、大きく以下の3点に配慮しなくてはならないことが分かった。

- 1) 送り手側、受け手側のCADソフトウェアの特性、許容精度などの確認。
- 2) ファイル形式、単位系、保存要素の選択等、ファイル保存の詳細設定の確認。
- 3) オペレーションシステム、ファイル転送の条件等、送り手側、受け手側、双方のシステムの確認。

2-3 平成14年度の計画

平成14年度は、検討した改善方法が他のCADシステムや加工機等のデータにも利用できるかを検証した。そこで技術相談、機器貸付等で協力企業から持ち込まれたCADデータを使用し、問題発生の有無、その内容を抽出する。今回は、実際に企業から持ち込まれたデータを使用し、センターの光造形装置へのデータ交換を実例とした。これらの情報から、CAD間の相性、発生した問題の状況、解決方法の整理を行い、パターンを抽出して、具体的な改善方法を県内企業に公開した。

3 結果及び考察

3-1 改善方法の作業現場での検証

光造形装置へのデータの受け渡しで一般的に使用されるデータ形式は「STL形式」と「IGES形式」である。「STL形式」は米国3D System社が自社光造形装置のために開発したファイル形式で、頂点を共有する法線を持った三角

パッチによって立体を表現しており、光造形に代表されるラピッドプロトタイプング装置でほぼ標準データ形式として使用されている。

また、「IGES形式」はANSI規格が制定した3次元データ交換の標準フォーマットで、CADデータ交換のデファクトスタンダードとしてよく使われている。しかしながら、寸法の表現方法不足や各ソフトウェア独自の方言を持っているなどの問題も多い。

今回は、データ交換時の事例としてセンターの光造形装置へのデータ修正ソフトウェアに読み込みを行った。その際問題が起こった事例を以下に示す。

1) 許容精度（トレランス）値が異なる事例。

送り手側システムでは正常に読み込まれるが、受け手側システムでは面の間に隙間が発生する場合である。原因の一因は送り手側システムと受け手側システムとの許容精度（トレランス）の差によるものと考えられる。送り手側よりも受け手側のトレランスが小さいと、面の境界を同一と見なせず、隙間が発生しやすい（図2）。IGES形式のデータ交換でよく見られるトリミングの失敗も、トレランスの違いによる境界曲線のずれが原因となる場合が多い。また、逆に送り手よりも受け手のトレランスが大きい場合は微小要素による問題が起こりやすい。この場合、受け手のトレランスが微小要素より大きいとこの要素を認識できず、この要素が抜け落ちて隙間や穴になる。このような微小要素はモデリングの際に発生し、データ交換の問題の原因となる。

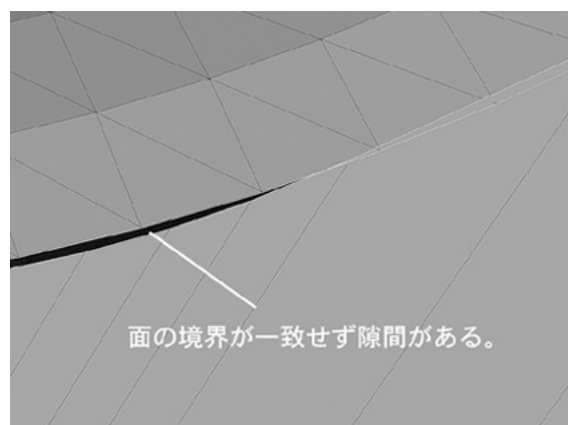


図2 受け手の許容精度が小さい場合

2) モデリングにおける事例

基本的なことではあるが、トレランスの問題以前にCAD上で作成された面が実際に重なっていたり、離れていたりと、交差している場合が問題となる。モデリングにおいて複雑な形状を作成していると、意図せず、オブジェクトの位置がずれたり、同じ面を2枚重ねてしまったままそれに気づかないことがある。そのため、オブジェクトに隙間や交差が生じたり、トリミングしたにもかかわらず、面が残っていたり、面の連続性が保たれていなかったりする（図3）。

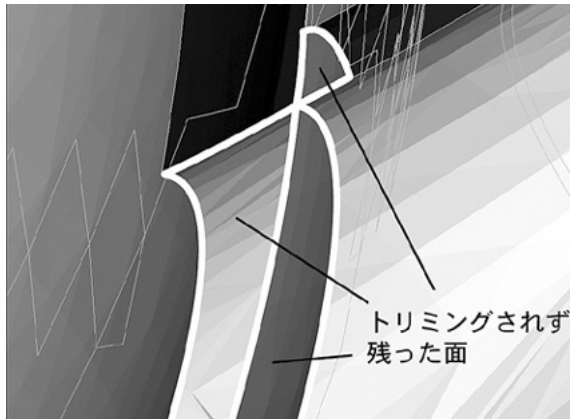


図3 トリミングされなかった面

3) アセンブリを利用して作成された事例

アセンブリを利用して作成された形状は、作成したソフトウェア上では意図していた形状を維持するが、他のシステムでは一部の情報が反映されず、形状を維持できない場合がある。例えばアセンブリによって組み合わせたパーツの境界にトリミングを適応していたが、IGES、STL、どちらのファイル形式でもパーツの境界で面の交差を起こしてしまうことがあった。これは、他のファイル形式に変換した場合にトリミングの情報が伝わらなかったことが原因と考えられる（図4）。

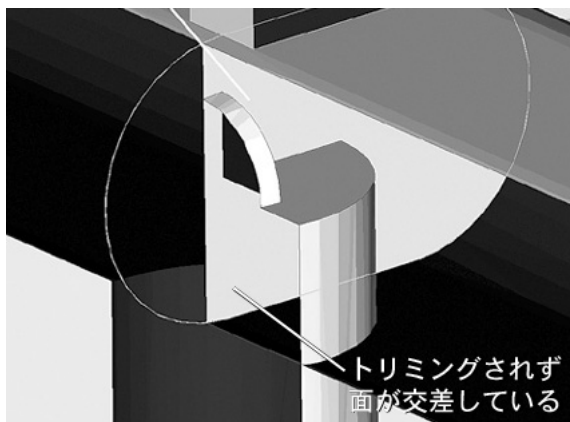


図4 アセンブリの問題の例

4) STLの精度の事例

STLは前述の通り、単純に三角パッチの集合データであり、データ構造が非常にシンプルで扱いやすい。しかしながら、面の曲率や連続性の保持や形状修正が困難などCADで要求される事項については得意でない。そのために、STLを書き出す際に適切な設定を行わないと、形状表面にパッチが目立ったりする場合がある（図5）。

3-2 改善方法の検討

今回、センターの光造形装置を例に取り、外部CADシステムとのデータ交換では以下のような点に注意すれば良いことが分かった。

1) 許容精度（トレランス）の確認

1-1) 送り手、受け手のCADシステムのトレランスを極端に相違させない。

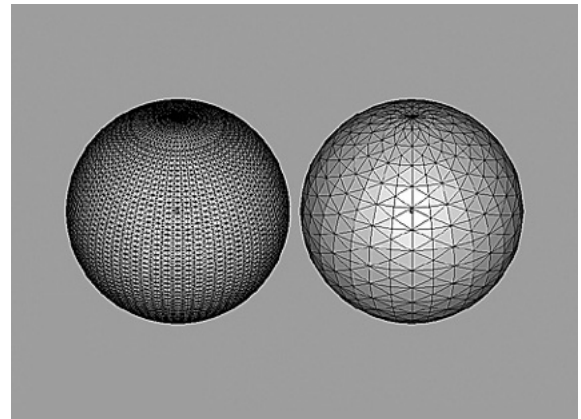


図5 STLの精度の違い

CADシステムにおいてトレランスの差異は非常に重要な設定事項である。最悪の場合、トリミングできない。形状を維持できない、オブジェクトの位置、接続関係、面の連続性（位相情報）が正常に伝わらない等、致命的なエラーにつながることもある。このようなエラーを防ぐためには、送り手側、受け手側、双方のシステムのトレランスを知っておく、または送り手の必要な精度、常識的に必要な精度（0.01mm等）に合わせるなど、モデリングを行う前に双方のシステム（特に送り手）を設定する必要がある。

2) モデリング

2-1) 制御点、曲線、曲面の次数を適正な値にする。

点、曲線、曲面の定義に必要な次数が極端に異なる場合、特に高次数のオブジェクトを低次数のシステムに受け入れると、受け手のシステムは曲線等をそのままでは定義できず、近似してしまう。その時オブジェクトは変形される場合があり、隙間やずれができる可能性がある。よってモデリング時に極端に次数を高くすることはせず、なるべく5次以下に押さえると良いといわれている。

2-2) CADシステムの固有機能を使用しない。

システムによって平面の定義の仕方が違うことがある。同じ立体でも基本となる曲線や平面の分割は異なる（例：回転体の境界、トリミング面が有限平面か無限平面か等）。そのために、受け手のシステムでは理解できない定義法の場合、面の接続や形状に異常が発生することがある。従って、特にそのシステム固有の機能は極力使用を控えた方がよい。

2-3) 無理なモデリングはしない。

自己交差（オブジェクトがねじれなどにより自分自身と交わってしまうこと）や縮退部（オブジェクト上の異なる点が一カ所に集中してしまった部分）を持つオブジェクト、折れを持つ面、また、多くの要素から生成された一つの面など無理なモデリングは問題の原因となる。できるだけシンプルなオブジェクトを作成することが、後のデータ交換での問題を減少させる。

2-4) できるだけ極小要素を作らない。

極小要素はモデリング時にユーザーの意図しないところで生成されることが多いが、データ交換時には問題を

引き起こしやすい。特にトレランスの小さいシステムから、大きいシステムにデータを移した場合、あるはずの要素が、トレランス以下の微小要素であったため抜け落ちる場合がある。線分や面の制御点を必要以上に多くしたり、接する曲線、曲面でのトリミングや切断などは微小要素を発生しやすいので避けたほうがよい。

3) データ保存の確認

3-1) データに不具合がある場合は変換をしない。

データ保存時にはオブジェクトデータをチェックする。ソフトウェアによってはデータの品質検証ツールが装備されている物もあるので利用する。特に、微小要素、オブジェクトの自己交差、面の隙間、交差、折れ等が含まれていないこと確認することが必要である。

スティッチ(面の縫合)を行い、モデルをシェル化することで、面の接続性が保たれ問題が解決する場合もある。

また一度 IGES 形式等の中間ファイル形式で保存して、もう一度送り手システムで読み込み、改めて保存することで問題が解決することがある。

3-2) アセンブリモデルは、パーツデータとしてまとめる。

モデリング時には必要不可欠なアセンブリ機能であるが、時としてはデータ交換に支障をおよぼす。受け手がアセンブリ機能に対応していない場合や IGES 形式などの中間ファイル形式でファイル交換を行う場合は注意が必要である。

3-3) 各種設定の確認

受け手が受け取り可能なデータ形式なのかを確認する。データ形式の種類から、各形式のバージョン等も確認する。特に IGES 形式などは同じ形式でもバージョンやシス

テムの方言によってデータ交換に問題を生じる場合がある。ソフトウェアによっては主だった CAD システムに対応するオプション設定が存在する物もあるので利用する。STL 形式などではデータの質(パッチの大きさ、トレランスなど)に関する設定が必要となるので、目的にあった適切な値を設定する。

また、単純な問題を増やさないためにもデータのトレランスや次数、単位系、縮尺等も確認する必要がある。

4 結 言

今年度はセンターのシステムを使用し、外部システムで作成されたデータを読み込むことで、一般的なデータ交換における問題点を抽出し、まとめることができた。単純な問題から、モデリング、システムの設定など様々な要因から発生する問題を見直していくことで、高価な変換ツールを使用せずとも、交換時の不具合の発生を防ぐことに有効なことが分かった。

今後も、新たなトラブルの発見やファイル形式の規格の変更に伴って、継続的に問題の解決法を検討することとし、情報として随時公開するつもりである。

本事業を実施するにあたり、多大なる協力いただいた各協力企業の皆様に深謝いたします。

文 献

- 1) 鈴木浩司, 荻野目智明: 基礎から学ぶデータ交換かけこみ寺, 日経デジタルエンジニアリング 2000.5~2001.3 連載, 日経 BP 社
- 2) Alias|wavefront: DATA TRANSFER FOR CAD AND SOLID IMAGING IN ALIAS 9.0, (1998)