資 料

色材, 70 [6], 386-392 (1997)

車両デザインへのコンピュータグラフィックスの応用

岡野 裕明*

1. はじめに

近年の鉄道車両は、他の交通機関との競争、あるいは鉄道会社同士の競争に打ち勝つため、高速化、低振動化、低騒音化などが図られると共に、快適性、居住性などのサービス向上に注力されたものになってきている。このような変化の中で、車両デザインもおおのずと多様化、個性化する傾向にあり、各社各様の車両が製作されており、場合によっては同一鉄道会社でも地域・線区ごとの特徴を持った車両が製作されている。

鉄道車両メーカーが、このように多種多様化し、また短納期化した製品（車両）を数多く生産できるようになった背景には、CAD/CAM (Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing) 等のコンピュータを利用した生産体制を確立してきたことに依存するところが多い。

日本車輛製造(株)では、'82年にCADを導入し、続いてCAMの開発に着手した。'89年にはそれらのエンジニアリング・ワークステーション化 (Engineering Work Station, 以下 EWS と略す) を開始し、サーバー/クライアント方式のCAD/CAMを主体とする生産システムが稼働している。

以上のような車両生産をとりまく環境の変化の中で、鉄道車両のデザインを担当する部門では、多忙をきわめ、業務改革の一方策として'91年よりコンピュータグラフィックス化 (Computer Graphics, 以下 CG と略す) の検討を開始した。そのCG化の主な狙いは次の

項目である。

- (1) 試行錯誤の多いデザイン工程の効率化。
- (2) 設計、製造部門とのデータの共有によるコンカレントエンジニアリング。
- (3) 受注活動に於けるプレゼンテーションの多角的提案。

本稿は日本車輛製造(株)鉄道車両本部のデザイン業務のシステム化について紹介する。

2. システム化の背景

2.1 鉄道車両におけるデザイン業務

鉄道車両は、耐用年数が長いこと、安全確保が絶対使命であること、そのための保守・保全はほとんどが鉄道会社自身で行うこと、などの理由により、伝統的に、仕様の決定に、客先の意向が強く反映されたものとなっている。従って、受注後の設計過程には多くの変更が生じ、デザインにおいても初期プレゼンテーションのものが、そのまま製品化されることは少なく、最終決定までには紆余曲折を伴い、その都度パース図 (透視図) の再提出が必要となる。

2.2 手書きパース図によるデザイン提案

イメージを手書きのパース図にして行うデザイン提案は、車両外観と内装との2つのパターンに分けられ、それぞれ検討される。そこでは、客先の要望や指示により形状や配色についての修正が行われ、より詳細なパース

平成9.2.10受理
Application of Computer Graphics in Rolling Stock
Artistic Design
Hiroaki OKANO

* 日車情報システム株式会社 第二システム開発部
愛知県豊川市穂ノ原2丁目20番地
日本車輛製造(株)豊川製作所内 (〒442)

〔氏名〕 おかの ひろあき
〔現職〕 日車情報システム(株)第二システム開発部
CG・CAD担当マネージャー
〔趣味〕 スポーツ観戦
〔経歴〕 1988年東京理科大学工学部 (II) 経営工学科卒業。同年日本車輛製造(株)入社。1993年日車情報システム(株)出向。

図-1 車両先頭形状の線図

図が作成されて行く。

デザインが決定されるのは、デザイナーと客先担当者の感性・個性が妥協されることであり、その間、デザイナーは幾多の変更、修正案、代案の作成におわれる。また、鉄道車両には、種々の規定の制約や寸法、形状、材質、加工上などの制限があって、デザイナーは客先要求と、設計・製造部門との板ばさみに会うことも少なくない。その他、ロゴやマーク類を考案したり、車外の配色や室内の色・柄・模様等を提案する業務もある。さらに、決定したデザイン形状を、設計・製造のデータとして、線図（又は等高線図）に表わす（図-1）ことも業務のひとつであるが、線図ではどうしてもあいまいな箇所が残りに、設計・製造工程でのトラブルとなることもある。

2.3 工業デザインのCG化

工業デザインの分野では、自動車業界と建築業界におけるCGの活用が盛んである。自動車業界では、開発期間の中で製品をCG化して評価を行っている。しかし、前述のように鉄道車両業界は、受注生産での短納期

の中で、CG化を行わなければならない点がある。異なる点である。建築業界では、鉄道車両業界と同じように受注生産だが、受注規模が大きいため、CG化に対する投資規模も大きなものとなっている。また、建築物のアニメーションが多くみられるが、CGの技術面からみると、建築物では平面や円柱など、データとして軽い形状がほとんどである。それに対し、鉄道車両は先頭形状が自由曲面など複雑な形状のものが多く、データとしては重いものとなっている。

3. 基本的な考え方

デザイン部門が製造データの源を作るという考え方と工業デザインであるという考え方から、モデラーを必要とするCGの導入を行った。モデリング（形状作成）は3次元CADで行うこととし、設計部門で行う解析業務、2次元CADでの製品設計業務、およびそれに続く工作設計業務、板金CAMへと、データを一元的に流すようにした。これにより、データの品質と信頼性を向上させるとともに、コンカレントエンジニアリングへの

対応を図った（図-2）。

CGのレンダリング（彩色）によりプレゼンテーション用のアウトプットを、芸術的評価の対象から、製品そのものを評価してもらえるものとする。言い換えると完成後の製品と同等のリアルな表現が出来ることを前提と考えた。

4. システム概要

4.1 システム構成

既存システムとのデータの一元化を考慮に入れた、サーバー／クライアント方式のシステムを構築した（図-3）。

4.2 システム機能

機能としては次の6種類に分類できる（図-4）。

（1）設計：2次元CADによる計画図の作成やデザイン確定後の詳細設計、腰掛けやパンタグラフなど他社製品の図面の取り込み等。

（2）モデリング：3次元CAD上での形状作成等の作業。

（3）I/F（Inter Face）：3次元CADデータからCGソフトへのデータ変換作業。

（4）レンダリング：CGソフトでの色づけ作業。

（5）ペインティング：CGペイントソフトでの修正作業。

（6）アニメーション：CGソフトでのコマ撮りデータ作成作業。

図-2 データの一元化

5. 3次元CADの適用

形状作成を中心としたモデリングの取り組みについて、3次元CADでのモデル化の手法および、その中でも特徴的な曲面生成について述べる。

5.1 モデル化の手法

鉄道車両デザインは、先頭部を主体とする「車両外観デザイン」と、客室部を主体とする「車両内装デザイン」の2つがある。

3次元CADでのモデル作成において、「車両外観デザイン」では、デザイン要素の強い先頭形状を、計画図からの車体断面形状（2次元CAD図面）とラフスケッチによる側面からの特徴線を基にワイヤーフレームを作成し、そのワイヤーフレームに面を張って作成する。また、「車両内装デザイン」でも、同様に車体断面形状を基本として、内壁や天井、床などの面を張って、モデル化を行う。

モデル作成は製品実物を作成するのと同じくらの手間がかかるので、部品化によってモデル作成の効率化を試みた。

部品化では、形状作成が中心となる車両外観において、パンタグラフ（図-5）や台車、アンテナなどの標準的な製品形状を部品化した。また、配色やレイアウトの

図-4 システム機能関連図

図-3 システム構成図

図-5 モデルの部品化 (パンタグラフ)

デザインが中心の車両内装は、腰掛けや吊り皮などを部品化し、形状入力の手間を省いた。部品化に関しては、ほとんどが図面（2次元CAD図面）化されていて、3次元CADでのモデリングは容易に行えた。

5.2 曲面生成

近年の車両は新幹線「のぞみ」に代表されるように先頭形状が丸みを帯びた滑らかな曲面のものが多い（図-6）。そういったトレンドの形状をイメージし、設計・製造データとして線図を起こすには、従来の技法では不可能になってきた。そこで3次元CADの適用となる。

幾何学上、球形や円柱形、円錐形などで構成される曲面を2次曲面といい、それ以外を自由曲面という。また、自由曲面の種類にも、Bスプライン曲面、ベジェ曲面などがある。しかし、デザイナーにとっては何曲面であろうと関係がなく、例えば、ある断面を取ったとき半径何メートルの曲面を作成するといった、設計上の制約

条件の下で曲面をCRT上で作り上げなければならない。言いかえると曲面の整合性や、幾何学的制約にとらわれることなく、デザイナーが意図した（イメージした）曲面ができなければならない。

こういった曲面作成の条件から、曲面近似機能や多面フィレット機能、面と面の結合機能などの3次元CADの機能をフルに利用したり、複雑な形状を表現しながらも内部データを少なくしたモデリングを行っている。

6. CGの適用

一般的に、CGの製作はCGソフト上で3次元モデルの作成を行い、光源や材質の色等の定義を行って、演算することによって出来上がる。CGソフトでの表現方法の検討を3次元CADと同様に、車両外観と内装に分けて述べる。

6.1 車両外観

車両外観では、外部の材質の質感表現が重要となる。

図-7 車両外観の出力（「のぞみ」と仮想都市の背景）

ーションとして提案でき、今後客先との調整を行い確立すべき事柄としてアプローチしたい（図-7）。

6.2 車両内装

内装での質感は部品ごとに異なり、腰掛けやカーテン・じゅうたんなどの布質、手すりや吊り皮、壁面パネルなど車両外観に比べ材質の種類が多くなる。

腰掛けや壁面パネルは柄物が使われることが多く、データ化しきれないので、サンプルをもとにスキャナーで取り込み、形状にマッピングを施す。その際にも、CRT やカラープリンターの出力によっては、実物と色合いなどが異なってしまい調整が難しい。

室内の照明は、蛍光灯が直接出ているものや反射板を用いた間接照明がある。CG では蛍光灯は線光源で表現し、間接照明は面光源や多光源を用いて表現している。ちなみにスポットライトは点光源での表現となる。「のぞみ」（図-8）などの最近の特急車型の多くの室内は光を抑えた間接照明が利用され、通勤車型の場合は、明るさの確保と交換作業をしやすくするために、直接照明が多い。

車内の映り込みでは、特急車型の室内は反射を抑えた乱反射体の材質（クロスなど）が多く利用されているので、映り込みの設定は行わなかった。それに対し、通勤車型の場合は、手すりや内壁パネルなど鏡面体に近いものが多く、それぞれの物体にそれぞれが映り込んでいる。CG では映り込みは忠実に表現できるので、リアリティーを大幅に向上させることができるが、演算時間や処理量が多くなり GWS（Graphics Work Station, 以下 GWS と略す）の負荷が増大するので、映り込ませ

図-8 車両内装の出力（「のぞみ」のグリーン車）

る部分の選択や程度のことも重要となる。

7. 考 察

手書きのパース図ではかなりの手間がかかり、数多くのバリエーションを作るには多くの時間を要する。そのため、デザインも妥協したものになりがちである。その点、CG では色を変えたり、表面材質を変更したり、少し違う形に変形することなどが容易なので、デザイナーの納得が行くまでデザイン検討ができる。また、3次元 CAD からの入力により、正確な3次元形状が GWS で描画できる。従来の手書きパース図では適当な、つまり似てはいるが正確ではない絵しか描けなかった。現在のレンダリング技術では、実写と見分けが付きにくい正確な表現が可能である。そうしたことから、CG ではコンピュータに形状や色のデータを入力すれば、コンピュータが自動的に映像化するので、紙の上に手で正確な絵を描くという作業がなくなる。したがって、デザイナーは製品をいかにデザインすればよいかというデザインの本来的な作業に集中できる。

また、アニメーションにより動的に製品形状の検討ができる。従来は、静止画でのデザイン提案しかできなかったが、CG 化により実際に車両が動くかどうかという雰囲気になるかとか、客室の中を歩いて見るとどういった様子になるかなど、より具体的なデザイン提案が可能となった。

8. 今後の展開

CG システムの導入により、従来からの定型化的なデザイン提案から、アニメーションなどを用いた動きのある

多角的なプレゼンテーション（デザイン提案）が可能となった。現時点では出力媒体として、ハードコピー（静止画）とビデオ（アニメーション）の2通りの選択ができるようになった。今後は、マルチメディアに対応できるように、実車に近い走行音の取り込みや画面上で実車の中を自由に動くインタラクティブな操作ができる VR（Virtual Reality：仮想現実感）の取り組み、客先との即時性を持った画像通信技術の確立を行いたい。

参 考 文 献

- 1) 岡野裕明，鳥居佐登里：「マルチメディアへの第一歩『CG による製品デザインへの試み』（鉄道車両による適用事例）」全 NEC C & C システムユーザー会論文集，（1995）
- 2) 技術系 CG 標準テキストブック編集委員会：「コンピュータグラフィックス〈技術系 CG 標準テキストブック〉」財団法人画像情報処理教育振興協会，（1995）