

## II-47 VRML を利用した道路の線形設計

蒔苗耕司 †, 藤井章博 ‡

† パシフィックコンサルタンツ (株), ‡ 東北大学大学院情報科学研究科

### 1 はじめに

道路の線形設計においては、道路構造令に示される基準値との適合を考慮し、地すべり等の地質的条件や土地利用などのコントロールに配慮しながら、地形と調和した線形を導き出すことが求められる。特に近年においては、生態系や景観といった自然環境、あるいは騒音や振動といった生活環境に対する配慮も道路建設における重要な課題となっており、道路線形設計においても十分な配慮が求められる。さらに、これらのさまざまな条件に加えて、運転者、歩行者の観点からより安全かつ快適に利用できるように道路構造とすることが求められる。[2] 現在、コンピュータグラフィックス (CG) を用いた線形評価が行なわれるようになっており、諸条件のもとで、より良い道路の線形設計をおこなうための有効な手段となっている。

このような背景のもとで、本研究では特に現在業界標準となりつつある3次元モデリング言語であるVRML (Virtual Reality Modeling Language) に着目する。VRMLによって構造物のデータを記述することにより、異機種間でのデータの相互利用やインターネット/イントラネット技術を背景とした視覚的かつ相互作用的な遠隔協調作業等が容易に実現できる可能性がある。

本稿では、道路の線形設計のプロセスを述べ、VRMLを利用して線形設計を支援する設計システムの概略をのべる。その中で測量データからVRMLデータを生成するために、スクリプト言語を用いる手法を提案するとともに、VRMLを利用した道路設計システムの将来的な発展性について示唆する。

### 2 線形設計における視覚的問題

#### 2.1 道路線形の視覚的評価の必要性

道路の線形設計は、その建設プロセスの中で最も重要な段階であるといえる。線形設計において十分な配慮がなされなかったばかりに、用地買収後の詳細設計、またその施工、さらには維持管理という段階になって問題が生じている事例もないわけではない。したがって、この段階において設計された道路線形について、さまざまな観点からの評価することが重要である。

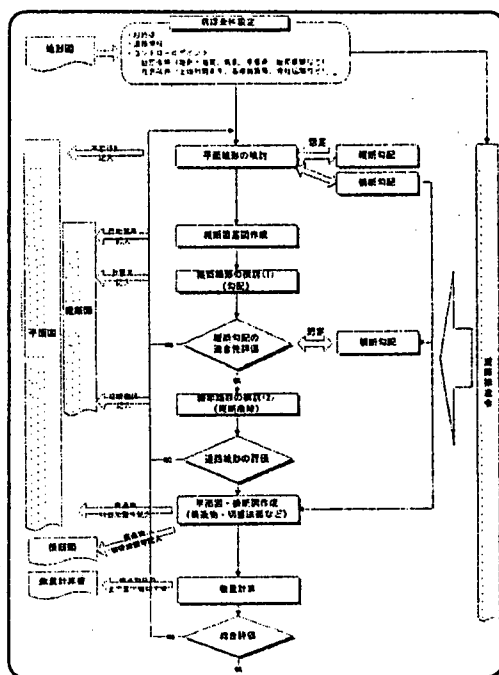


図 1: 道路中心線にもとづく平面設計

線形設計では、道路中心線についてまず地形図をベースとして平面線形の設計を行い、それに基づいた縦断線形の設計がなされる。(図 1) その後には平面

線形、縦断線形との調和についての検討がなされ、線形に対する修正が加えられていく。道路線形は、平面的には平面的には直線と円曲線、緩急曲線といった要素から、また縦断的には直線と二次放物線といった要素から表現される3次元の線形である。道路線形の評価については、これまでその施工性や建設時の経済性、将来の維持管理性の観点からの評価が主であった。しかし道路交通サービスといった観点からみれば、安全かつ円滑な交通の確保、さらには交通の快適性について、道路利用者の立場からの評価も重要である。そのためには、特に運転者の視点から設計された道路が3次元的にはどのように見えるのか、またどのような運転操作が求められるのかについて評価することが求められる。

ところが、実際の道路線形設計においては、設計された道路線形についての視覚的評価がなされていることは少ない。このため、平面線形と縦断線形との不調和が運転者に対して道路線形の錯覚をもたらしたり、また有効な視線誘導がなされなかったりするなど、事故の誘因ともなるような道路線形となる場合もある。

また、設計の過程において、設計者自身も、設計中の道路線形を視覚的把握したいという要求が生じる。従来から一般的に行なわれる視覚的評価の手法として、透視図の作成する手法がある。([2][3]など)この手法の有効性については認識されてきたものの、手書きによる透視図の作成は容易ではなく、よほどの線形上の問題が懸念されない限りにおいては用いられていなかった。

## 2.2 線形設計支援システム

近年のCG技術の目覚ましい発展により、道路線形の設計においても、これに基づく手法を十分に活用できる環境が整ってきた。特に、透視図の作成を容易に行ない、道路線形の視覚的評価が容易に行えるようになっている。

また、CG技術を用いると、技術運転者の視点の移動をシミュレートすることができ、走行シーンを動画によって再現したり、それに基づいた道路線形の評価することも可能となっている。さらに、道路設計情報の3次元情報化が普及することによって、設計支援システムにおける有効な利用が期待される。

具体的には、設計者自身がCGによって設計に関

する視覚的評価を行いながら、より良い道路線形を導き出したり、3次元情報化によって、切土、盛土といった土工量の算出を容易に行うことができ、より土工量が少ない経済的な道路線形を導き出すことも可能となる。

## 3 VRMLを用いた設計支援

これまで述べた背景を踏まえ、以下では、道路の線形設計をCG技術を用いて行なう際に、データ形式としてVRMLを利用することの有効性について検討する。

### 3.1 従来の問題

従来の視覚的評価においては、CGを用いる場合でも、設計の最終形についてのみ行われることが多く、設計者のための支援ツールとしての役割を担うものではなかった。例えば、3次元CADの適用を考えた場合、道路設計分野における3次元CADの利用については、地形図のデジタル情報化が困難などの理由から、十分には普及してこなかったのが現状である。

また、マルチベンダーの問題が挙げられる。多くの場合、データを取り扱うためのツールが設計の現場や、多くのベンダーで独自開発されてきたため、処理系が特定のプラットフォームに依存してしまう問題点が存在し、蓄積された設計データを相互に運用することが困難であった。

### 3.2 VRML

上述した問題は、土木/建築設計の多くの場面で発生し、これらの問題を解決するために、3次元構造物のデータとしてVRMLを利用することの有効性が認識されるようになって来た。VRMLとは、Virtual Reality Modeling Languageの略で、仮想現実感(バーチャリアリティ)の実現を目的とし、3次元の構造物を記述するための言語である。以下では、平面線形と縦断線形データから、スクリプト言語を用いて、VRML形式で表現した「仮想道路」を構成する手法を概説する。

### 3.3 ポリゴン生成プロセス

試作した設計システムでは、以下の工程により、「仮想道路」オブジェクトを生成する。

1. 平面線形と縦断線形の測点データを与え、幅員等を考慮して VRML における空間形状の表現する数値データを生成する。
2. 1 で生成されたデータに対して、スクリプト言語 (Perl) を用いて、ポリゴンを表現するためのサンプル点を決定し、それらの点で被覆される領域を構造物として、VRML 形式のデータとして出力する。
3. 道路の中心線、背景、色彩などの条件を VRML 形式で記述し、2 とあわせてデータファイルに保存する。
4. ブラウザ、オーサリングツールを利用して、「すりつけ」等の細部の設計を行なう。
5. 完成した「仮想道路」からは、1、2 と逆の過程を取ることにより、土木施工に必要なデータを得ることができる。

存の線形設計支援システムのデータ形式を拡張する形で行なっている。図 2 は、システム構成の概念図である。

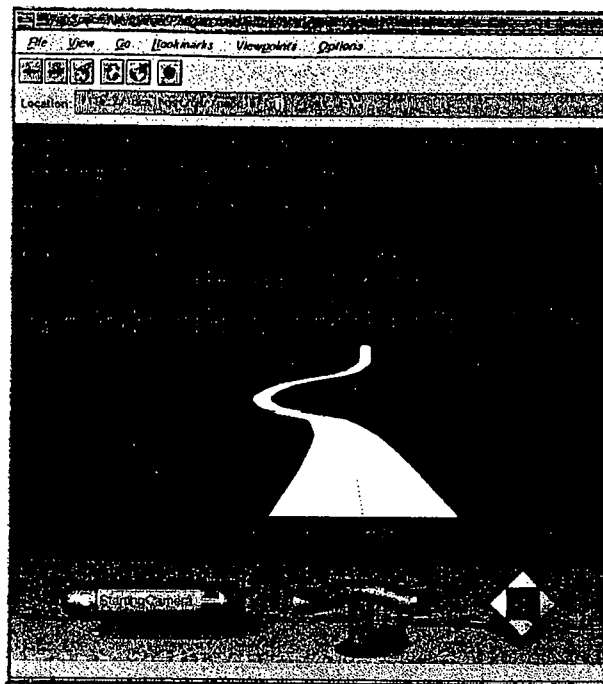


図 3: 仮想道路の例

また、本システムによって作成した道路透視図の一例を図 3 に示す。なお、線形データは、文献 [1] による。

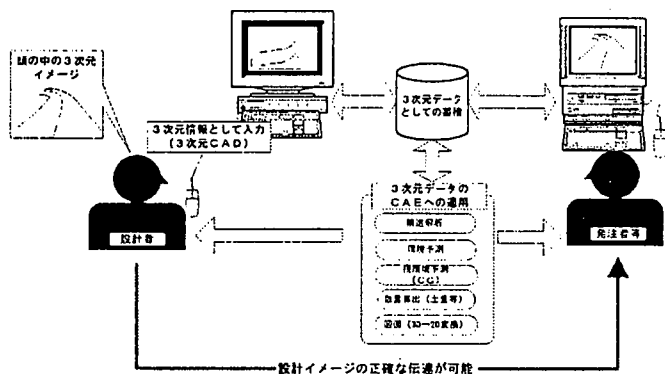


図 2: 道路設計情報の 3 次元情報化

現在、これら一連の過程を道路設計者と相互作用的に実施するシステムを開発中である。これは、既

### 3.4 VRML データの活用

道路の線形設計に限らず、3次元構造物のモデリングに VRML を用いることの重要な利点として、まず、計算機の機種等のプラットフォームに強く依存しない点があげられる。VRML は、事実上の業界標準としての認識されており、今後多くのプラットフォームで柔軟に利用できるようになる可能性が高い。これは、マルチベンダー環境が進むと考えられる土木設計/施工の現場で大変有効な性質である。

もう一つの重要な特徴は、VRML データに対する対話的操作がインターネットを利用して遠隔地から容易に行なえる点である。これは、インターネット上で情報をブラウジングするための一般的なツールで VRML によって記述された 3次元データを容易に視覚的に表示できるということである。これにより、

1. 工事現場でのデータの入力
2. 情報処理センター等での演算処理出力
3. 工事現場での視覚的な検討

などの工程が地域的に分散した作業環境で実現できる。このため、VRMLで作成したデータは、マルチベンダー環境で相互利用できたり、イントラネットとして、遠隔地を含む情報共有の空間内で活用できる。すなわち、土木/建築における設計/施工の業務の過程において、大幅な生産性の向上をもたらす可能性があり、本稿で述べたようなシステムの活用は、今後、広く普及することが期待される。[4]

## 4 VRMLを利用した道路設計システムの課題と発展性

最後に、VRMLを利用した道路設計システムの課題をあげるとともに、VRMLの将来的な発展性について検討する。

### 4.1 VRMLを利用した道路設計システム開発の課題

現在の開発レベルは、基本的な道路形状をVRMLを利用することによって視覚的に再現すると段階に達したに過ぎない。当システム開発における当面の開発課題として、以下のような項目があげられる。

1. 対話的モデリングシステムの開発  
現状におけるCGの利用は設計の最終形においてなされる場合が多く、実際に設計支援手段としての利用がなされている例はそれほど多くはない。設計支援手段としての当システムの適用を図るため、常にその3次元形状を認識し、さらにそれに対して直接的な操作を行なうことによって、設計の変更が可能となるようなシステムの開発が必要である。
2. 地形情報への対応  
線形設計を行なうにあたって、地形情報は必要不可欠なものである。現段階においては、地形条件を考慮するまでに達していないが、将来的にはコンピューター内に仮想地形を再現し、その仮想空間内において道路設計を行なうことが可能とするシステムの開発が必要である。

### 4.2 道路設計システムの将来的な発展性

道路設計システムにおいては、以下のような分野においてその開発が期待される。

1. 自動設計システム化  
当初の開発レベルにおいては、設計に関する情報を提供するものとなると思われるが(例えば道路構造令の基準値に基づいた選択肢の提供)、将来的には起終点、コントロールの設定のみから、最適な路線を選定する自動設計システムへの発展が考えられる。
2. ステレオグラフィックスへの対応  
人間は2つの目によって物体を立体として認識するという能力をもつ。VRML言語内において視点の設定が可能であり、2つのブラウザを利用すれば、容易に立体視が可能な画像を得ることも可能である。また将来的にはHMDなどに対応したブラウザも提供されることも期待される。このような技術を利用することによって、設計された道路をよりリアルに体験することが可能であり、設計に関する評価技術として有効に利用することができる。また設計インターフェースとして利用を図れば、図面レス設計を実現することも可能となろう。

## 5 むすび

本研究では、道路の線形設計をCG技術を利用して行なう際、VRMLをデータ形式とする手法について述べその有効性と将来性について考察した。

## 参考文献

- [1] 福田 正:「交通工学」, 朝倉書店(1994)
- [2] ハンス ローレンツ, 中村英夫 中村良夫編訳:「道路の線形と環境設計」, 鹿島出版会
- [3] 岩間 滋・七宮 大:「道路設計における透視図法」, 技術書院(1972)
- [4] インターネット上にVR空間を構築するVRML:日経コンピュータグラフィックス(1995年11月号)