

I - 1 3次元CADによる道路設計と走行シミュレーション

Road design and traffic simulation using 3-D CAD

大日本コンサルタント(株)CAD技術部 新井 伸博 ○吉田 茂喜 笹川 滋
by Nobuhiro Arai, Shigeki Yoshida, Shigeru Sasagawa

【抄録】地形、地物の情報をもとに立体的な視点から道路路線を比較し、その優劣を判断するのは容易ではない。本研究では、比較選定された路線を視覚的に確認する手段として、道路設計に用いられた3次元のデジタル情報を利用した走行シミュレーション手法について提案する。従来、走行シミュレーションの作成には高価な費用と時間を要していたが、道路設計に用いた市販の3次元CADシステムにワイヤーフレームを自動発生する機能を追加することで、作業の大半を占めるモデリングの時間を大幅に短縮した。これにより、路線選定の新しい評価手法として走行シミュレーションが容易に活用できることが確認された。

【Abstract】 The comparison and the determination of merits and demerits of routes based on the perspective view of topographical details is not an easy task. In this study, a traffic simulation utilizing three-dimensional digital information used in the design of a comparatively selected route is proposed. Before, huge funding and longer time were needed in order to create a traffic simulation. However, by the addition of wire-frame automatic generating function into the 3-D CAD systems used in the road design being sold in the market, the time needed for the modelling procedure is greatly reduced. Hence, by this, the application of traffic simulation using this new method of evaluating route-selection proved to be easier.

【キーワード】 路線選定、3次元CAD、走行シミュレーション

【Keywords】 route-selection, 3D-CAD, traffic simulation.

1 はじめに

路線選定を目的とした道路設計は一般的に道路概略設計と呼ばれ、地形図上でコントロールとなる地物などを回避しながら様々なルートを抽出し、本命となるルートに絞り込んでいくものである。これまでの路線選定の作業は、複数の計画路線に対して縦断・横断地形を平面図から読みとりながら検討するという形で行っており、本命案に到達するまでの作業は、設計者の技量と多大な労力を要しているのが現状である。また、複数ルートから本命案に絞り込む際、根拠とな

る比較項目は主に図面上から読みとった情報に頼るところが大きく、それらの情報をもとに立体的な視点から路線を比較し、その優劣を判断するのは容易ではない。

本稿では、まず、「3次元CADによる道路設計」の流れとその効果について示し、次に、比較選定された路線を視覚的に確認する手段として、デジタル化された3次元情報を有効に活用するという観点から、走行シミュレーションを実施する方法を提案する。

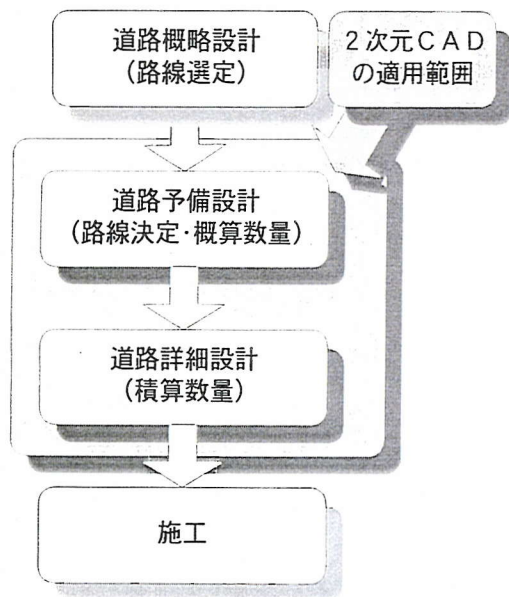


図-1 2次元CADの適用範囲

2 道路設計

2-1 道路設計のCAD

これまで、道路設計において、計画・作図ツールとしてCADは用いられてきた。しかし、多くのCADは2次元的な作図機能に限定されており、平面線形の決まった路線を設計する予備設計や詳細設計を対象としているため、概略設計の様に複数ルートに対してペーパーロケーションする必要はなく、平面の線形を計画する機能を有していないのが一般的である(図-1)。

このため概略設計のように路線選定を目的とする設計では、いまだに人手をかけてペーパーロケーションを行って、本命案を選定していくという作業に頼っている状況であった。

2-2 道路設計の流れ

道路設計の流れは内容別に平面設計、縦断設計、横断設計の3つに大きく分けられるが、それぞれに共通した道路設計の特徴は設計全般に地形が関係していることである(図-2)。

この地形の取扱い方が、以下のごとく複雑であるため、道路設計のCAD化が遅れていたと考えられる。

- ① 平面設計においては平面地形、縦断設計では縦断地形、横断設計では横断地形と、それぞれ3つの異なる表現方法があるが、基になる地形は固有であり互いに関連しているにもかかわらず、それぞれが独立したデータとして取り扱われている。
- ② 路線選定のためにCADを活用するには等高線に標高を付与するなど3次元データとして認識することが必要となる。

3 3次元CADによる道路設計

3-1 3次元CADのメリット

近年ハード・ソフトの両面での整備が進み、道路設計にも3次元のCADを用いる機会が増えてきている。

3次元CADを用いるメリットは大きく以下の通りである。

- ① 3次元的判断を必要とする路線選定に活用できる。
- ② 地形データと設計データを一元的に取り扱うことにより、作業の効率化と転記ミスなどの防止が図れる。
- ③ 3次元の地形データを利用したシミュレーションなど視覚面から路線選定を支援できる。

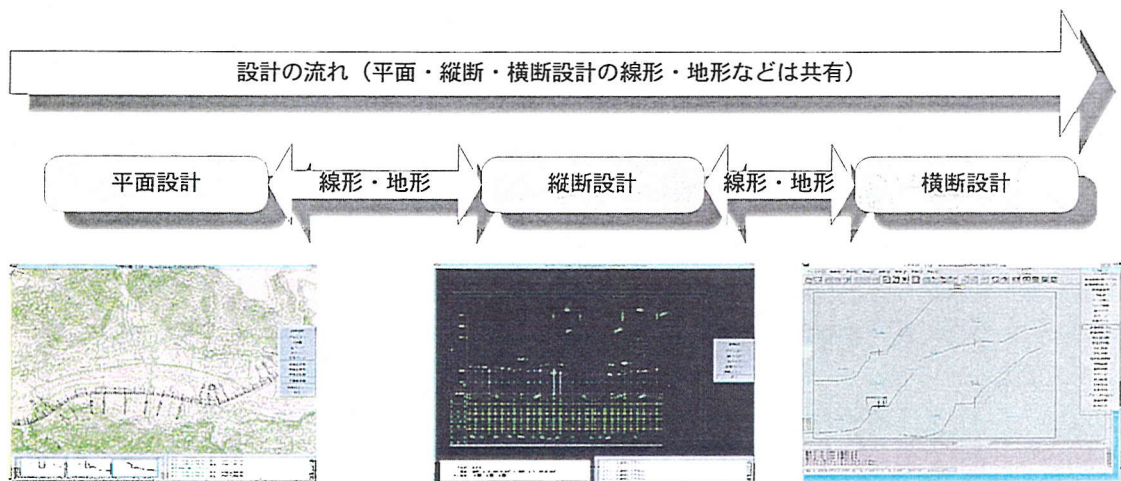


図-2 道路設計の流れ

3-2 3次元地形データ作成

3次元CADを用いる上でもっとも重要なのは、3次元地形データの作成である。3次元の地形データの情報の細かさが、それを用いて設計を行ったり、走行シミュレーションを行う際の作業量と成果品質に大きく影響する。

通常用いられる3次元の地形データ作成は表-1の2通りの方法がある。

地形原図を用いる方法は、地形図の絵柄がそのままデータ化されるため、コントロールなどが地形データ上で確認しやすく概略設計などの路線選定に適している。また、等高線の多い場合もデータの作成時間が

短く、航測写真を用いる場合より優位である。

一方、航測写真を用いる方法は、予備設計などである程度線形が決定していれば、必要な縦横断地形のみをデータ化することで良いため、線形の決まった路線や平地部など等高線の少ない地形の場合は優位になる。

3-3 3次元CADによる効率化

従来の道路設計の流れを図-3および3次元CADによる道路設計の流れを図-4に示す。

特に3次元CADによる省力化が期待できる部分を図中に着色して示した。

表-1 地形図作成方法

元図	使用機器	作成方法	対象
地形図	スキャナー	スキャナーで取り込んだラスターデータをベクトル変換。ベクトル化された等高線に対して標高付与。	・概略設計 ・山岳など等高線の多い場所
航測写真	解析図化機	航測写真を解析図化機で読取り、ベクトルデータを作成。ベクトル化された等高線データに対して標高を付与。	・予備設計、詳細設計 ・平地部など等高線の少ない場所

その主な内容は以下の通りである。

- ① 比較検討すべき道路の平面線形を数案計画する場合、それぞれの案に対する縦断・横断地形データを瞬時に取り出せるため、ペーパーロケーションが効率的に行える。

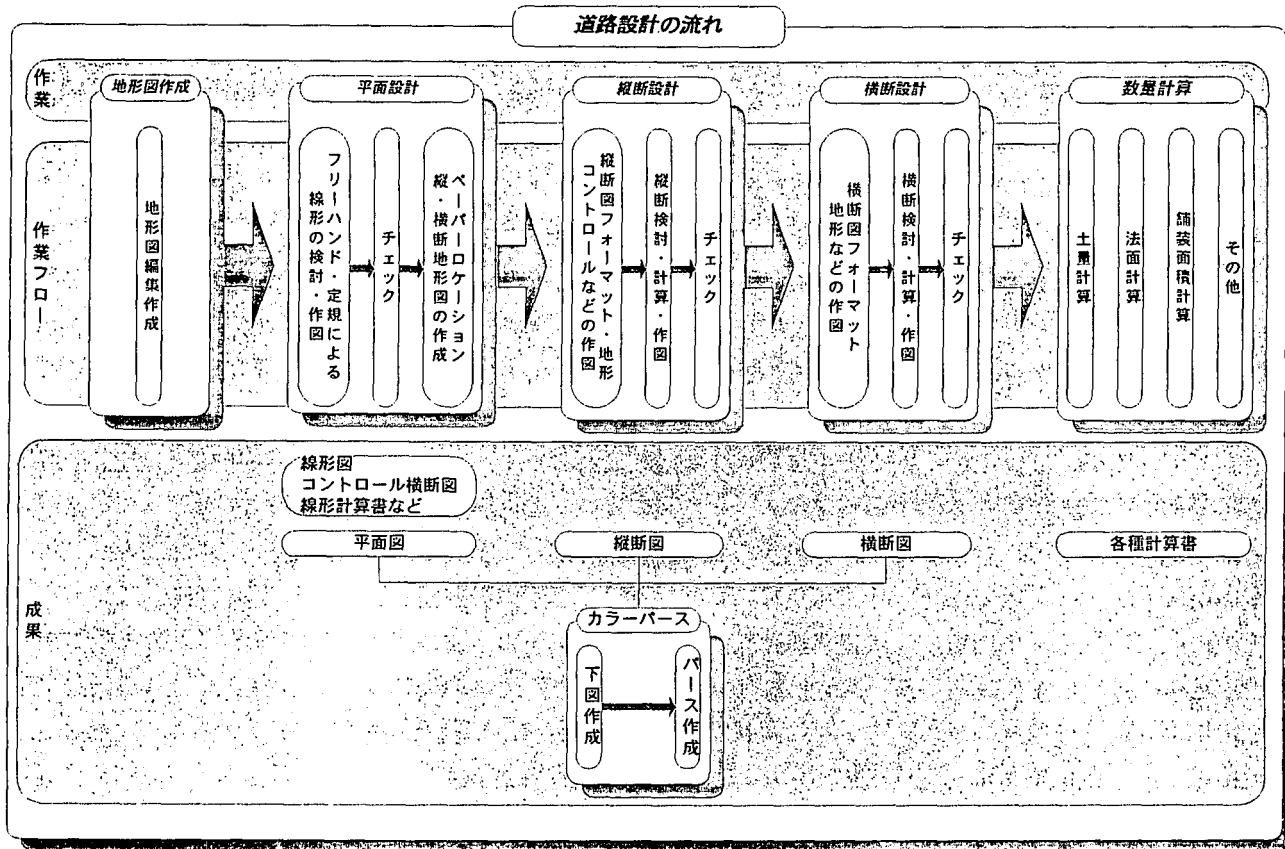


図-3 従来の道路設計の流れ

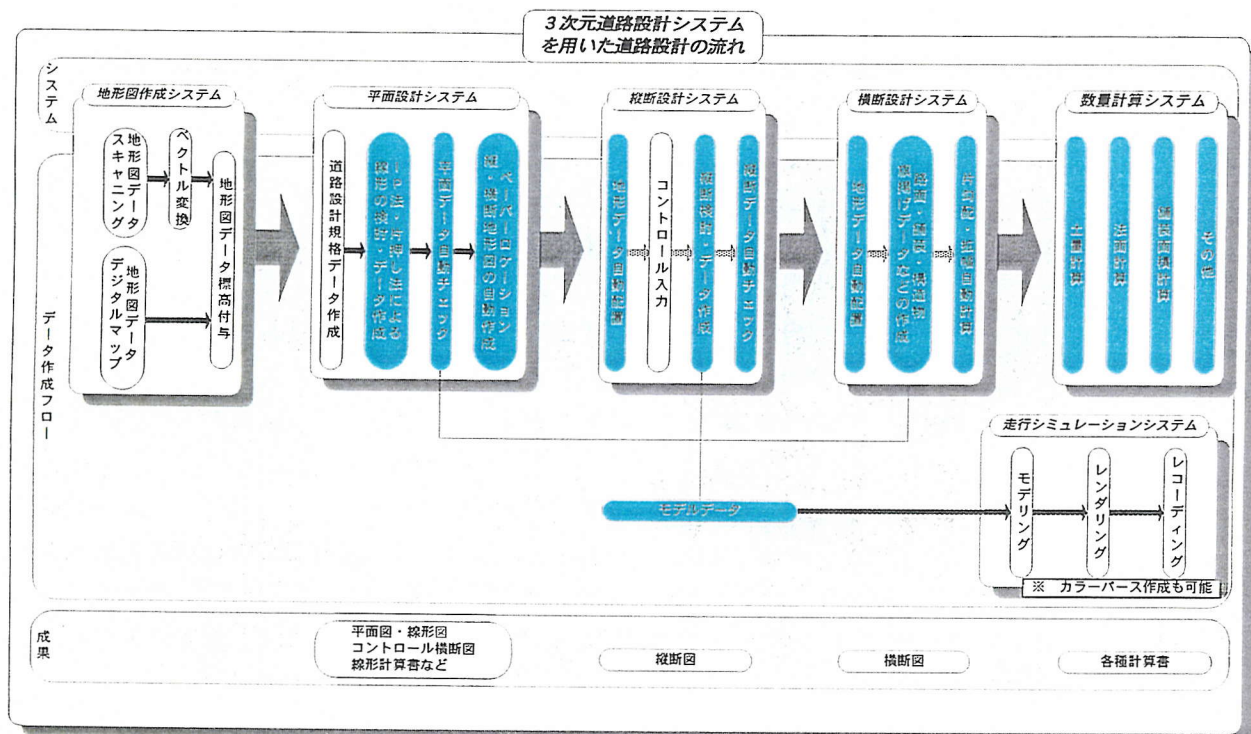


図-4 3次元CADによる道路設計の流れ

- ② 平面、縦断、横断の地形データおよび計画道路データが3次元データとして一元管理されることによって、データの修正、個々の設計図への反映がスムーズに行える。
- ③ 地形データおよび計画道路データを3次元で持つことによって、走行シミュレーションを比較的容易に作成できる。

の主観による曖昧な要素がかなり含まれていることがわかる。つまり、走行性や景観性などは、設計者の主観によって左右され、全く別の答えが得られることもある。

3次元CADを用いることによって、工事延長や工事費などの比較項目に加えて、3次元CADデータから作られる走行シミュレーションをベースにディスクッションすることによって、走行性や景観性の評価をより客観的に行えるようになる。

4 走行シミュレーション

4.1 路線選定の比較項目

路線選定は、道路設計の初期の段階で行われる作業である。したがって、設計に使われる図面は設計範囲を広域的に捉えられるように、通常は1/5000もしくは1/2500の平面図を用いて行われる。

路線選定は作成された図面をもとに、表-2に示すような大まかな項目で比較し、総合的にはどの案が望ましいかを結論付けることが多い。例えば、表-2の比較項目の中より図面などから算出した工事延長や工事費などの経済性を除くと、設計者

表-2 路線選定比較表の例

比較項目	A案	B案	C案
ルート主旨	現道改良案	新規ルート案	一部新規ルート案
土工延長(km)	8.2	3.9	4.5
橋梁延長(km)	1.5	2.9	2.9
トンネル延長(km)	1.4	3.0	3.0
総延長(km)	11.1	9.8	10.4
直接工事費(億円)	98	205	180
用地家屋補償費(億円)	1	8	4
総工事費(億円)	99	213	184
単位工事費(億円/km)	8.9	21.7	17.7
経済性	◎	△	○
走行性	○	◎	○
景観性	◎	△	△
総合評価	◎	△	○

4-2 3次元道路設計データの利用

走行シミュレーションの作成フローは、図-5の通りである。

作業区分は大きく3段階に分けることができる。

モデリングは、箱庭を作るイメージで3次元CAD上に、ワイヤーフレームによる3次元の地形および設計された道路をポリゴンデータとして定義する作業である。レンダリングは、視点を設定したポリゴンデータに人間が見た時に質感を感じられるように着色を行う作業である。最後のレコーディングは、作成された3次元データを走行軌跡に沿ってコマ取りし、ビデオテープやCD-ROMなどのメディアに録画・録音する作業である。

走行シミュレーションの作成においては、従来はモデリングが全作業時間の7割を占めていた。

本稿で述べる、3次元CADは等高線間にワイヤーフレームを自動発生させる機能を用いることで、新たにモデリングを行う場合に比べて、全体工期を半分程度に短縮することができる。

これにより、路線選定の新しい評価手法として、また地元説明会など誰にでも分かりやすいプレゼンテーションとしての活用が容易にできる環境が整備されてきたと考えられる。

4-3 走行シミュレーションの用途

今回作成した走行シミュレーションを通じて、これらが路線選定の新しい評価手法として、また地元説明など誰にでも分かりやすいプレゼンテーションツールとしての可能性を充分持ち合わせていることが実証できた。

今後、走行シミュレーションの用途は目的に応じて次の使い分けを行うべきであると考えている。

- ① 技術者を対象としてワイヤーフレーム状態で走行シミュレーションを行うことにより、安価で迅速な走行シミュレーションを実現して、路線選定のツールとして活用する。
- ② 地元説明用など技術者以外を対象として着色などを施したリアルな走行シミュレーションを行うことにより、道路設計・事業への理解を得るツールとして活用する。

4-4 走行シミュレーションデータ作成時の問題点

3次元CADデータを利用することでモデリングの時間は大幅に減ったが、若干の問題点が残っている。

モデルデータを作成する上で、ポリゴンの粗密を設定することができる。ポリゴンを密に作成した場合は地形が滑らかに表現ができるがデータ量は多くなり、ハード機器への負荷が大きくなる。逆にポリゴンを粗にすると地形に凹凸が目立つようになるがデータ量は少なくなり、ハード機器への負荷は少なくなる。

本走行シミュレーションではモデリングの段階で、3次元の地形データの設定を視点に対して遠景と近景に分割して作成し、遠景のポリゴンは粗くして、近景はポリゴンを細かくする手法を用いた。このようにして作成されたデータを最後に合成することで、シミュレーションは美しく見えるが、データ量は軽くすることができた。

しかし、このようにして作成された走行シミュレーションは3次元の地形データを遠景と近景に分割する手間が必要な上、遠景と近景をうまく分割・合成しないと画面の中で美しいところと汚いところが混在してしまうこともある。

今後は大容量のデータを高速で扱えるハードの登場で解決の糸口が見つかるのも遅くはないと思われる

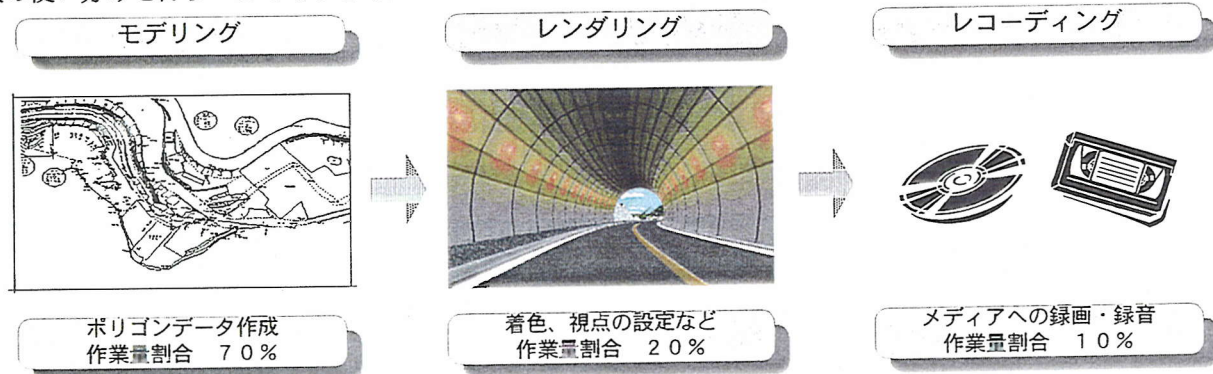


図-5 走行シミュレーション作成フロー

が、現状では3次元データを近景・遠景に分割して合成後、走行シミュレーションを作成し確認するという作業を繰り返す必要がある。

また、道路と地形の接合部、トンネル坑口部・橋梁部と土工部との接合部など細かく手を入れて補正しなければ不自然な見え方になる箇所も多く、今後の課題と考えられる。

4.5 走行シミュレーションの紹介

今回作成した走行シミュレーションを図-6で紹介する。

走行シミュレーションは路線選定を目的としているため、比較ルート2案について作成した。最初に各案がわかるような鳥瞰図による路線の紹介を行い、続いて第1案、第2案を順番に走行シミュレーションする構成とした。

走行シミュレーションの視点は、走行車両の運転手の目の位置（路面より1.2mの高さ）に設定し、走行速度は時速60kmとした。

5 おわりに

21世紀を迎えるに当たり、良質な社会資本を後世に残すため、道路設計においても本来の道路としての機能性の他に、周辺環境との調和が重要な課題となる。

走行シミュレーションは、設計された道路のこれらの要求機能を視覚的に、事前に確認・評価する強力な道具である。しかも、それが比較的手軽に実施できるようになってきたところに意義があると考えられる。

なお、現段階の走行シミュレーションは道路設計データと完全にリンクされておらず、パソコン上で動画を編集するにはデータ量が膨大であることから、リアルタイムで編集・再生することはできない。

また、動画をパソコンで再生するには、再生スピードやファイルの圧縮方法などの制約で表示画面が小さくなることから、メディアとしてはビデオテープを選

んでいる。近い将来、パソコンなどのハードの発達により、これらの問題が解決され卓上で設計データがそのままリアルタイムで走行シミュレーションできることが期待される。

～以上～

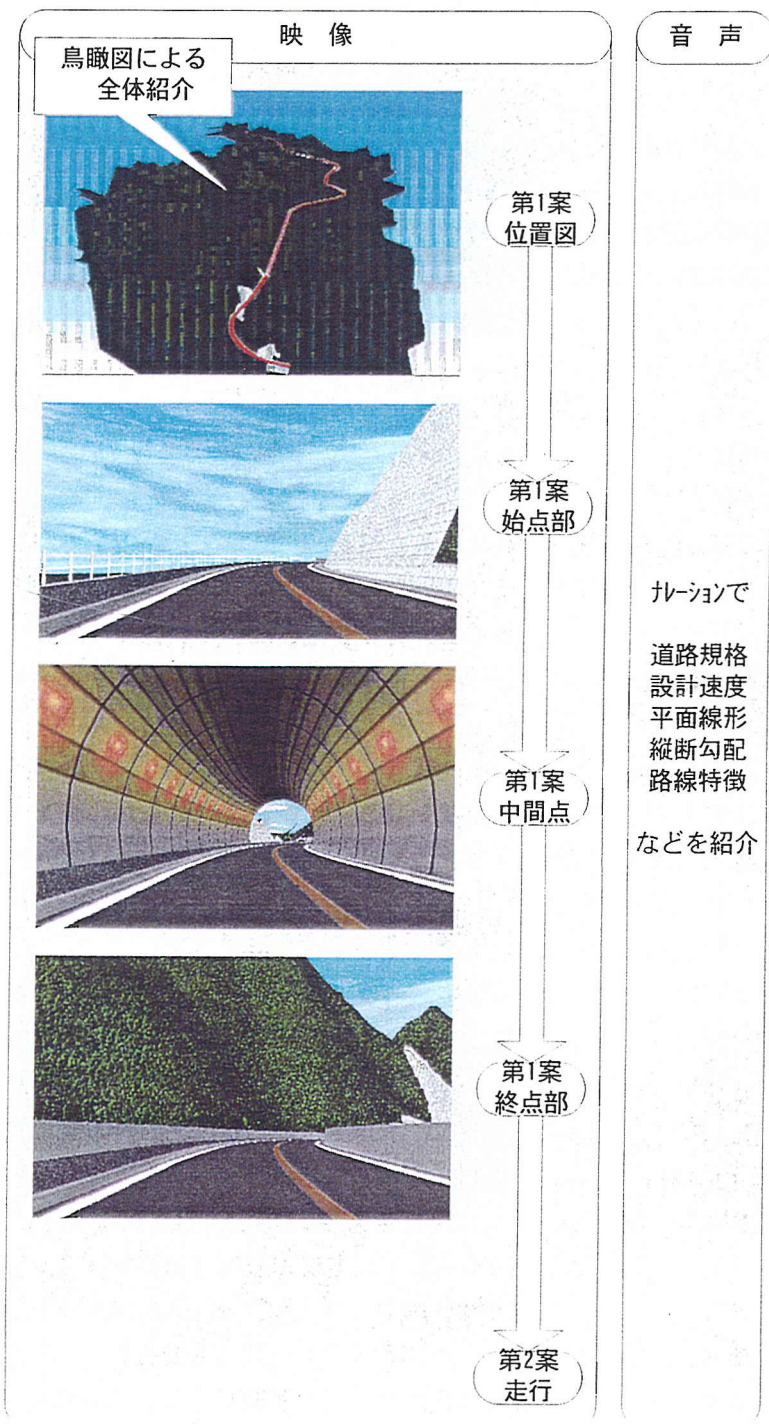


図-6 走行シミュレーションビデオの流れ