

景観シミュレーション・システム (LANSIS) のみちづくりへの適用に関する研究

Application of a Landscape Simulation System (LANSIS)
to Designing Roads

榊原和彦^{*}・中田かおる^{**}・三宅良司^{***}・西田憲造^{****}

By Kazuhiko SAKAKIBARA, Kaoru NAKATA, Ryouji MIYAKE and Kenzo NISHIDA

It is considered that systematisation and computerization of landscape planning and design are necessary and inevitable to improve design quality. We therefore tried to define a systematic design process positioning LANSIS in it, and then applied it to three cases of actual road design problems as follows: (1) a regional trunk road with an expressway which will be newly constructed, (2) a street lying at a historic town area, (3) a street at a residential neighborhood with a stream. As a result, the process was proved to be effective on systematic design and decision making. As for computerization, CAD system interconnected to LANSIS as well as LANSIS itself was useful, though they leave room for improvement.

1. はじめに

筆者らは、景観計画や景観アセスメントにおける、(1)計画・設計者の計画・設計プロセスにおける判断・評価、(2)意志決定者・関係者・市民への計画・設計結果の提示・伝達、(3)評価実験や意志集約、などに用いるための、コンピュータ・グラフィックス (CG) を応用した総合的な景観シミュレーション・システムである LANSIS (Landscape Simulation System) の開発を行っている。¹⁾²⁾

景観シミュレーションを必要とするのは、構造物、機能施設、都市、地域、自然などの、あるゆる計画であるが、それらの対象の各々について、景観計画プロセスを明確化し、その中に LANSIS を位置づけて、景観シミュレーションを考慮したシステム

ティックな計画、デザインのあり方を探る必要があらう。そうすることは、景観シミュレーションのあり方、適用領域、シミュレーション・システムの機能、要求性能等を規定していく作業ともなる。

本論文では「みちづくり」に的を絞り、現実に行うみちづくり計画において、上記の考え方に従って進められた景観計画・設計および景観シミュレーションの内容を紹介し、景観計画のシステム化、そのプロセス、景観シミュレーション・システムについて考察する。

2. みちづくりと景観シミュレーション

2-1 みちづくりにおける景観計画・設計と景観シミュレーション

みちのような公共施設、公共空間の景観計画・設計は、設計作業や決定における恣意性、あいまい性をできる限り排除しつつ進められるべきであり、以下のような条件を満たす必要があると考える。

① 複数主体の合意のもとに計画・設計案がつけられること。―― 複数の (立場の) 関係主体 (地域住

*正会員 工博 大阪産業大学工学部教授 工学部土木工学科
(〒574 大阪府大東市中埴内3-1-1)

**正会員 ㈱アーバンスタディ研究所研究員
(〒532 大阪市淀川区西中島5-8-3)

***学生員 大阪産業大学大学院 土木工学専攻

****学生員 大阪産業大学大学院 土木工学専攻

民、市民、諸利害関係主体、学識経験者等の第三者的判断主体等)、計画・設計主体、意志決定主体、実施主体等、多くが関わる。特定少数主体の決定でなく、多主体の合意による決定でなければならない。

② 明示されたプロセスをとり、論理性を保持しつつ計画・設計が進められること。――多主体の合意を得て最終案をまとめ上げるためには、プロセスにおける論理的整合性は不可欠であり、これを保証するにはプロセスの諸ステージ・ステップ、そこでの計画・設計事項、決定事項を明示する必要がある。

④ 決定の際には、計画・設計の結果が適切な形で予測されていること。すなわち、景観シミュレーションがなされていること。――案の決定には、3次元のイメージを掴む必要があるが、決定者、関係者が必ずしも専門家ではなく、またたとえ専門家であっても通常使われる図面から3次元のイメージを完全に掴むのは難しいからである。

以上のためには、一般論として景観シミュレーションを含む計画プロセス(システム)を追求することは当然必要である。しかし、実際の計画・設計問題は多様であり、それぞれに特別な課題を有する。したがって、具体的な課題を設定し、実際的なプロセスを踏んで、計画・設計を進めながら、その成果をシステムに反映させることが重要であろう。

2-2 景観計画・設計プロセス

景観設計のプロセス、あるいは、道路計画・設計における景観設計のプロセスは、すでにいくつか提案されている³⁾ので、これらを参考にして、景観シミュレーションを含む景観計画・設計プロセスを考えると図2-1のようになる。図においてプロセスは、「前ステージ」で始まり、「次ステージ」で終わっている。これは、計画・設計が多段階意志決定過程⁴⁾であることをより明瞭に示すためである。このステージ内でもフィードバックを受けて意志決定が繰り返されることは言うまでもない。各ステージの区分は、必ずしも計画または整備の段階に対応するものではなくケースによって異なり、結局、問題の分析・明確化のステップで個別的に規定されよう。実際に採用される計画・設計プロセスも同様であって、それを規定すること自体が、このステップにおける重要な検討項目であると言ってよい。

2-3 景観シミュレーションにおける課題

CGによる景観シミュレーション・システムの目標として、以下のものが挙げられる。

- ① 操作性が高いこと――(1)データ作成が効率的、容易に行え、作業時間が短い、(2)作画時のオペレーションが容易、(3)計算時間が短い、(4)あらゆるデータの管理・操作性に優れる。
- ② 表現性に優れること――(1)多様な表現手段(線画から面画まで、2Dから3Dレンダリングまで、フル・モデリングからモンタージュまで)を有し、意図する表現が容易に可能、(2)写実性の高い表現が可能、(3)アニメーション・立体画像等の作成が容易。
- ③ 景観計画・設計において有用性が高いこと――(1)計画・設計の進行・変更への対応性が高く、利用しやすい、(2)計画・設計プロセス(システム)の中での位置づけが明確で利用度が高い、(3)計画・設計プロセスの一部または全部がCAD化されている場合、そこへの組み込みの程度が高く、利用価値が高い、(4)計画・設計案の分析において有用性が高い、(5)計画・設計の評価において有用性が高い、(6)多様な計画・設計課題に対する対応性が高い。

以上のような目標のもとに、システムの展開の方向、具体的開発方針を立てる必要があるが、そのた

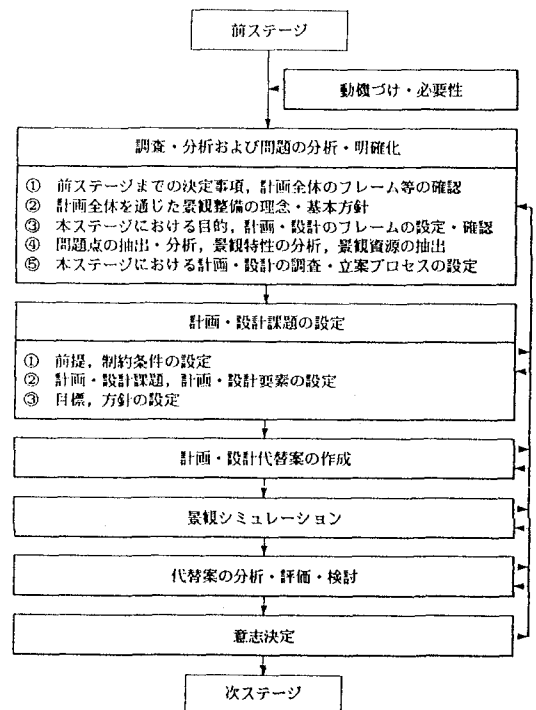


図2-1 景観計画のプロセス

めにも実際の計画場面への適用を通じたシステム評価、問題点・課題抽出が必要と考えられる。

以下の章では、景観計画の実例について述べる。

3. 専用車線を有する広域幹線道路の景観計画

3-1 道路計画の概要と計画条件

a) 道路計画の概要 大都市圏の中の田園地帯を通る高規格な広域幹線道路の計画であって、5km程度の区間の基本設計を行う。

b) 道路整備の基本方針 下記のような基本方針のもとに整備を進めることが考えられている。

- ① 大都市間を結ぶ広域幹線として、他の道路と共に高速ネットワークを形成する。
- ② 地域整備、街づくりにつながる道路整備を行う。
- ③ スポーツ、レクリエーション、コミュニケーションの可能な潤いのある快適空間を創り出す。
- ④ 「緑立つ道」を理念として、人や地域との調和を保てるみちづくりを行う。

c) 計画条件 路線はすでに都市計画決定がなされており、道路幅員も定まっている（一般部で60m）。所要施設は、(1)専用車線（上下各3車線）、(2)一般車線（上下各2車線）、(3)副道（上下各幅員5.5m程度）、(4)自転車道・歩行者道（上下各幅員3.5m程度）、(5)植樹帯、である。また、道路構造に関し、下記のような条件がある。

- ① 両側副道は、現地盤面上で連絡させる。
- ② 副道と一般車線とは立体交差させる。
- ③ 環境施設帯をできる限り広くとる。

3-2 景観計画の目的と課題

景観計画の目的は、次のようにまとめられる。

- ① 道路整備が地域景観の攪乱要因となることなく地域に調和し、むしろ積極的に、地域の個性をつくり出し、地域活性化に資する新しい景観を創造する。
- ② 「緑立つ道」という理念を具体化する。

この目的のためには、以下の課題が考えられる。

- ① 横断面の構成や道路構造の決定、付帯施設の決定・デザイン、個々の道路構成要素のデザインに際しては、対象道路内のみならず沿道の対応も含め、総合的な景観デザインを行う。
- ② 高架構造物のデザインに意を用いる。
- ③ 「みどり」のデザインを総合的に行う。
- ④ 歩道・副道部、植栽帯を、歩行者・自転車系空間として一体的にデザインし、環境施設帯を形成する。このとき、沿川区間での河川との一体的デザイン、沿道部残余地との一体的デザインなどを行う。

3-3 景観計画のプロセスと内容

本景観計画が道路の基本設計段階におけるものであり、計画条件を考慮すると、図3-1に示すようなプロセスで景観計画を行うことが必要である。

横断面構成・道路構造の決定においては、図中に

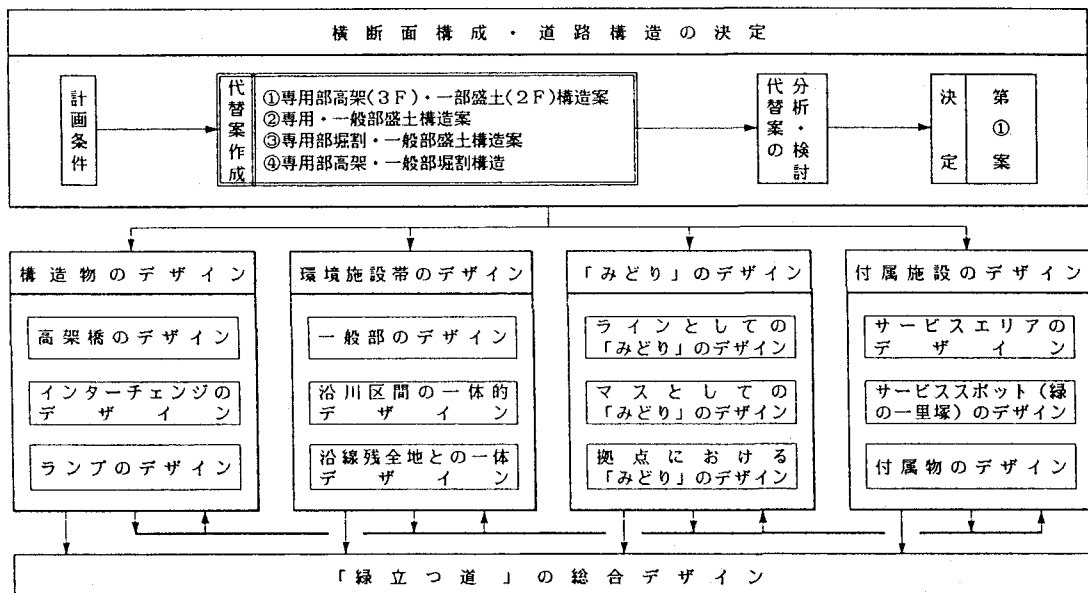


図3-1 景観計画の課題とプロセス

あるように4つの代替案をつくり、検討したが、代替案①(代表的断面を図3-2に示す)以外はいくつかの理由で実現不可能であり、①に決した。このために、高架橋のデザインに関し、下記のような課題が生ずることとなった。

- ① 3層構成となり、高さは、高架路面で約18mに及ぶ。6車線と広幅員でもあり、巨大なスケールで圧迫感は多大となり、軽減を図る必要がある。
- ② 地域景観に溶け込みにくいと考えられるので、調和のとれるようなデザインが必要である。
- ③ 新しい地域景観を創り出すためには、高架橋の新しい、美的に優れたデザインが必須である。

以下では、高架橋デザインについて論議を進める。

3-4 高架橋デザインと景観シミュレーション

図3-3に示すようなプロセスと内容によって高架橋のデザインを行った。

アイディア提出段階では、複数名が数案のアイディアスケッチを提出し、それに基づいてブレインストーミングを行い、以下の設計条件をまとめた。

- a) 前提・制約条件 高架橋の一般部を図3-2にあるような概略寸法と形状(高架下の両端部に各2車線の一般車線を通すことが可能なもの)で設計すること、そして、複数の(立場の)計画・設計者、道路行政担当者、関係学識経験者などの専門家から成るワーキング・グループの評価、決定により比較的少数の複数案を選定することを前提条件とした。そして、下記のような制約を加えるものとした。

- ① スラブはRCまたはPC(ホロー)スラブ構造とし、柱脚間隔は25m程度とする。
- ② 曲面を使う場合、経済性・施工性などを考慮し、2次曲面にとどめ、3次曲面は使わない。
- ③ 柱脚は、2本柱か、または1本中の場合、上部を切り欠き、軸方向への見通しを可能にする。

b) 目標と方針

- ① 公共土木構造物であるので、質実さを求める。奇をてらったり、新奇性を狙うことは避ける。
- ② すっきりとしたデザインを目指す。そのため、(1)「構造」をむき出しにしない、(2)桁下(天井)を雑然とさせない、(3)ディテール・デザインに意を用いる、(4)雨樋などの付属物、遮音壁については一体的デザインを行い、デザインの全体性を保つ。
- ③ 圧迫感の少ないデザインを目指す。

- ④ 力学的に無理がない、あるいは、力学的合理性を保ったデザインを行う。
- ⑤ 経済性を考慮したデザインを行う。このため、3次曲面は使わない。
- ⑥ 周囲に溶け込むようなデザインを目指す。
- ⑦ 時代性、未来性、地域性と言った点を考慮する。

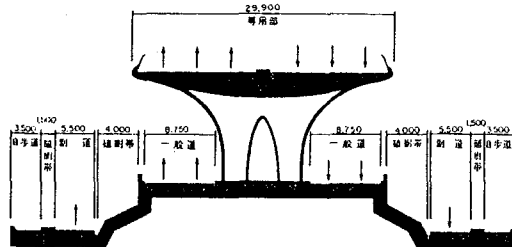


図3-2 道路構造図

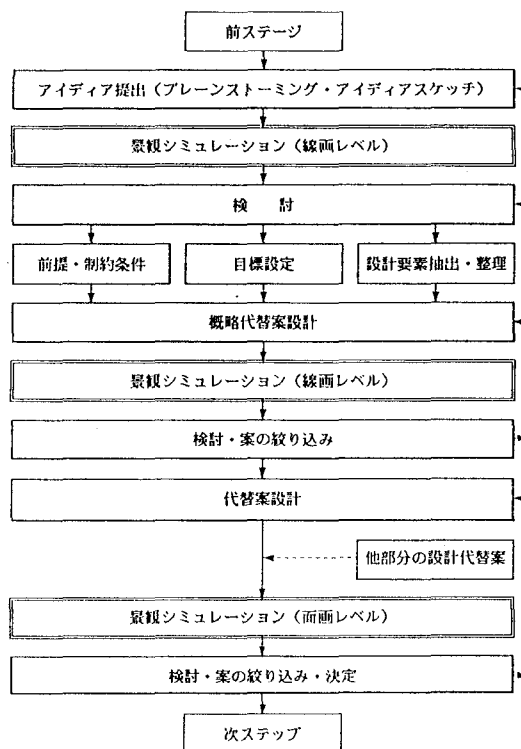
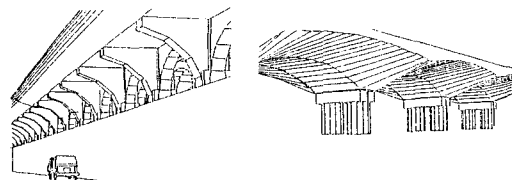


図3-3 高架デザインのプロセス



(a)アーチ桁平面スラブ案(b)アーチ桁曲面スラブ案

図3-4 不採用になったスラブ概略設計案の例

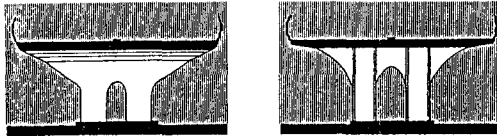
⑧ 代替案のデザイン・コンセプトにバラエティを持たす。たとえば、(1)柔らかさ、優美さ、あるいは、流れを感じさせるデザインを目指し、曲線、曲面をデザインの主題に用いる、(2)軽さ、伸びやかさを感じさせるデザインを目指す、(3)力強さを表現する、(4)重量感を感じさせるデザインを目指す。

c) 設計要素の抽出・整理 ブレーンストーミング、アイディアスケッチにより提案された案は、直線あるいは三角形をモチーフとしたもの、曲面をモチーフとしたもの、アーチを用いたもの等、様々のものがあつたが、これらを整理し、さらに前提・制約条件や目標を考慮して、次のように、スラブ、柱脚のデザイン（形状）要素を抽出した。

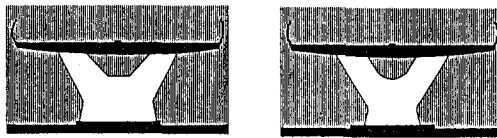
① スラブ下面是、(1)平面が基調、(2)橋軸方向にアーチ状の曲面、(3)横断面が逆凸曲線、の3形状。② 柱脚は、(1)一本柱または2本柱、(2)直線基調と曲



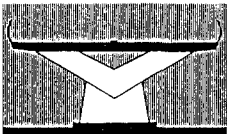
(1) 2本柱・曲線モチーフ (2) 2本柱・曲線モチーフ
(a) 横梁の形が明確に出ているもの



(1) 2本直立柱・一部曲線 (2) 2本直立柱・一部曲線
(b) 横梁の形が明確には出ていないもの（外側への持ち出し梁のあるもの）



(1) 1本柱・直線モチーフ (2) 1本柱・曲線モチーフ



(3) 1本柱・直線（三角形）モチーフ
(c) 外側への持ちだし梁のないもの（Y字形）

図3-5 概略デザイン（柱脚）

線基調、(3)梁（柱から外側への持ち出し梁、2本柱間のつなぎ梁、柱上の梁）の有無、の要素で構成。

d) 概略代替案の設計と景観シミュレーション

スラブについては、種々の案の内、構造的検討も加えて3案に絞った。この段階で、たとえば、橋脚間の主桁から片持ちでスラブを出すような案は、構造的に無理があるために落とされ、図3-4に示すような案は不可能となった。

柱脚案は、上記c)の②の設計要素を勘案してつくられ、6種類あつたが、それらを検討した結果、まず、上記a)の③に述べたような形とし、重量感、圧迫感の軽減にも役立てるものとした。また、上部の張り出しが大きくて、重く感じられるので、安定感のために、柱脚下部は垂直に下げるか、下広がりにするものとした。この条件下で、再度デザインを行い、線画レベルでの検討により、図3-5のような7タイプの概略デザイン（スラブとの組合せを含めて）を求めた。

e) 基本設計と景観シミュレーション 図3-5の7案で画面による景観シミュレーション（例を写真3-1に示す）を行い、次のような結論を得た。

- ① スラブ、橋脚ともに、基本デザインとしては、これでよい。
- ② しかし、問題点はある。その1つは橋脚で、視点の変化により形態の良さが大きく異なるので、立体的造形物としてデザインを練る必要がある。
- ③ ディテール処理によって与える印象がかなり異なるので、ディテール・デザインが必要である。
- ④ スラブも上記②、③と同様のことが言える。
- ⑤ 防音壁、排水管を併せたデザインが必要である。
- ⑥ スラブと柱脚の組合せは、7案以外も有り得る。
- ⑦ 6車線でかつ高い位置にあるという条件はやはりシビアであり、あらゆる視点で、圧迫感が大きいので、少しでも軽減できるデザインとする。
- ⑧ 緑の圧迫感軽減効果は歩行者の視点では高い。
- ⑨ 道路から離れた視点では、高架は緑よりかなり上に見え、地域に及ぼす景観的影響は大きい。

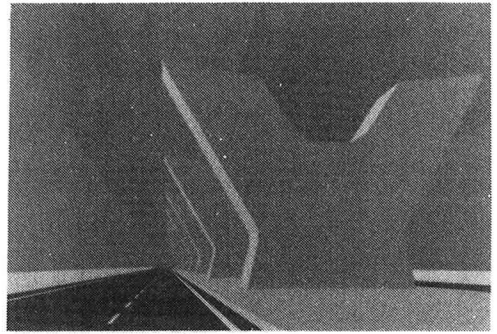
これらの点を考慮し、さらにもう一度デザインを行うこととしたが、本論で紹介するのはこのステップまでとする。残されたデザイン課題は多いが、ここまでの段階で、ここで提示したシステムティックな方法により、デザインを進め、評価・決定するワ

ーキング・グループの各員が、デザイン課題等に関して常に共通の認識を保ちつつ、議論と合意を進めることが可能であることがわかったと言える。

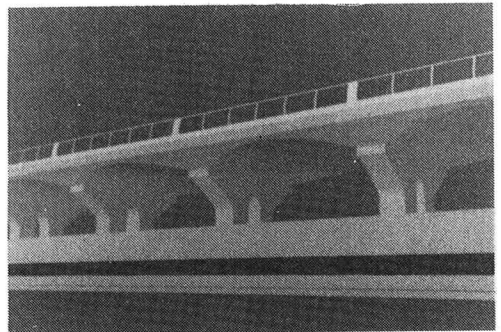
3-5 景観シミュレーションについての考察

以上から、景観シミュレーション (システム) に関し、次のような特徴、問題点、課題を見いだした。

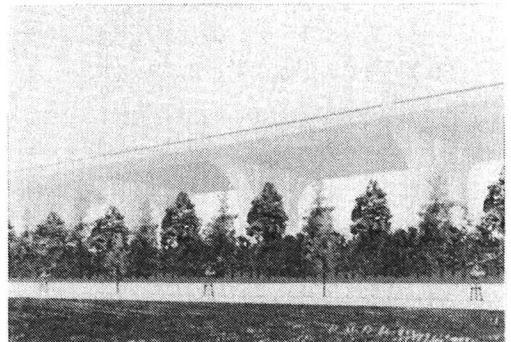
- ① シミュレーションを行うに際し、デザインとデータづくりおよびその視覚化が同時進行するCADシステムによりデザインを進めるのが望ましい。そこで、LANSISでは、既存の建築CADシステム (ダイナパスⅢ) を利用することにした。
- ② 面画レベルのシミュレーションはLANSISの3次元レンダリング・システムで行うが、CADシステムとはデータ構造が異なるので、データ変換システムを作成した。しかし、両システムでは、モデリング条件 (物体相互間の干渉条件等)、許容物体個数等が異なるので、CADシステムのデータを自動的にLANSISで使うわけにはいかず、データ分割等が必要であった。これをより円滑に、省力化出来るようシステム構成することが課題である。
- ③ しかし、欠点はあるにせよ、CADによるデザイン、線画出力、面画出力が一貫したシステムとして構成されたため、製図の多くの部分は省略でき、スケッチやパース、模型などを作成して検討する必要性も感じられなかった。
- ④ 既存CADシステムは、かなり優れているが、建築用であるため、取扱可能な物体種類はかなり限定されている。3次曲面など任意形態をもつ物体を作れないので、困る場合が生じる可能性がある。
- ⑤ LANSISでも3次曲面を近似するためには3角形パッチをせざるを得ないが、取り扱い可能数をはるかに越える程物体数が増え、モンタージュを繰り返すことになって、シミュレーションの手間、計算時間も多くなってしまうと予測される。
- ⑥ 上記④、⑤のためには、課題に適合したデータ構造をもつCADシステムを開発し、LANSISにつなげる必要がある。
- ⑦ 曲面を表現するためにスムーズ・シェーディングのルーチンが必要である。
- ⑧ 線画では判らなかったボリューム感が、面画によって感じるようになったというように、表現媒体の性質によって、伝わる情報は異なる。そこで、ア



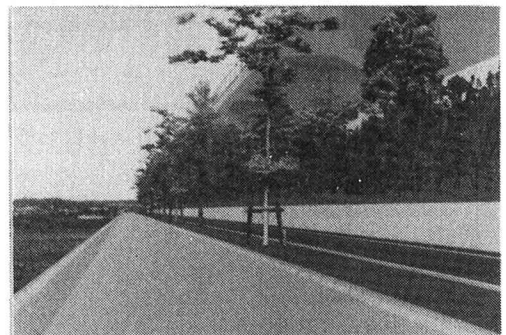
(a) 逆凸曲面スラブ・Y字形柱脚案



(b) 軸方向アーチ・2本直立柱案



(c) 平面スラブ・2本直立柱案



(d) 歩行者 (副道上) の視点

写真3-1 景観シミュレーションの結果

ニメーションによって運転者や歩行者に伝わるイメージをシミュレートしたり、ステレオ画像により圧迫感をよりリアルに感じさせるなどが必要である。

4. 伝統的建造物群保存地区にある街路の景観計画

4-1 街路計画の概要と計画条件

a) 街路計画の概要 伝統的建造物群保存地区（山口県柳井市古市金屋地区）を通る延長205m、幅員4から5.5m程度の街路における、電柱・架空線の撤去、下水道整備、舗装、沿道建物の修復などを内容とする総合的な街路整備の計画である。

b) 街路整備の基本方針 歴史的環境を保全するとともに生活環境の改善を図る。観光系歩行ルートの一環として整備する。

c) 計画条件 現道の改良である。歩車共存型の街路とする。交差点、横丁小路、沿道広場（まちかど広場）のデザインを別途行う。

4-2 景観計画の目的と課題

伝建地区の歴史的環境を保全し、同時に生活環境の改善を図ることが目的であり、以下の課題がある。

- ① 歴史的街区にふさわしく、その雰囲気を壊すことのない街路デザイン（とくに舗装）が求められる。
- ② この地区は、排水溝が道路横断方向に通じ、建築線が前後にずれて、個性的な町並みとなっている。この特徴を生かすような街路計画が望まれる。
- ③ 景観計画の内容を住民その他に伝達し、理解を得ることが一つの重要な課題であり、そこに景観シミュレーションの大きな役割がある。

4-3 街路空間デザインとそのプロセス

まず、街路デザインの目標・方針を設定した。

- ① まちなみへの調和を目指し、日本的な雰囲気に合致した風格のある街路デザインを行う。
- ② 町割りの特徴を生かして歴史性を尊重・表現すると共に、それによって独自の空間を生み出す。
- ③ 排水溝が道路横断方向にあることを、象徴的にであれ、表現する。

こうした目標のために、以下のように計画した。

- ① 町中の道に舗装をする伝統がなかったことから舗装を施すことに異論がなくはないが、土あるいは小石の味わいのある地道風舗装を行う。
- ② 道路軸方向に道路排水溝をつくるのが前提条件としてあるが、以下の2案の内、⑦の案に決した。

⑦ 敷地沿いに設け、表面を舗装する。町割りの形が強調されて、特徴的になる利点がある。

④ 歩行に支障がない形で道路中央部分に設け、舗装する。社寺内の道の伝統的舗装パターンに合い、日本的雰囲気を醸し出せる可能性がある。

③ 道路横断方向排水溝部分に舗装を施し、イメージハンプを兼ねて、排水溝を象徴的に復元する。

④ 排水溝の表面舗装材は、地場材のみかげ石、瓦、タイルのいずれかとし、地道風舗装の色・質感とともに、景観シミュレーションを経て決する。

4-4 景観シミュレーションについての考察

① 本課題は、色彩・テクスチャの検討など、写実的表現可能性を利用しようとするものであり、LANSISはその点で期待に沿うものであった。

② しかし、テクスチャ・データの整備等、データベース機能の強化が必要であることがわかった。

③ 電柱・架空線の除去、建物の修景は、モニターをせずとも、2Dペイント・システムで比較的簡単に行えることがわかったが、電柱除去などの自動化システムの開発はやはり必要である。

景観シミュレーションの結果の一部と現況を写真



(a) 現況写真



(b) 電柱・架空線除去、建物修景、道路整備後
写真4-1 景観シミュレーションの結果

4-1に示す。

5. 小河川を有する街路の河川改修にともなう景観計画

5-1 街路計画の概要と計画条件

a) 街路計画の概要 延長約270mの水路を有する街路であるが、三面コンクリート護岸がなされている水路を暗渠化し、道路としての幅員を拡幅して機能性を高め、歩行者空間としての整備を図る。

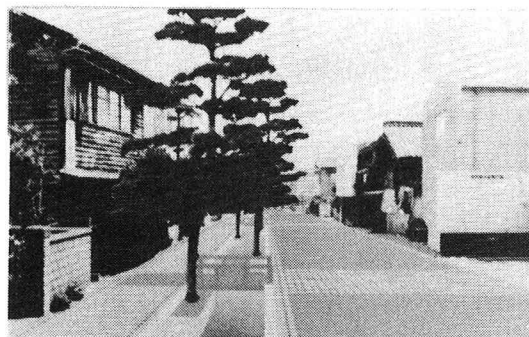
b) 街路整備の基本方針 修景水路(せせらぎ)を設けて歩車道を分離し、良好な歩行空間、親水空間を整備する。車道部は、十分な幅員をとるが、イメージハンプによる走行速度緩和の工夫等施す。

5-2 景観計画の目的と課題

歴史的遺産が沿道に点在するという点を考慮し、歴史的雰囲気醸し出すような街路デザインを目指す。そのために、(1)水路、(2)橋、(3)植栽、(4)ストリート・ファニチュア、(5)舗装、(6)護岸、などのデザイン、色・テクスチャの選定、等の課題がある。

5-3 街路空間デザイン

横断構成については、(1)両方通行車道案、(2)一方



(a) 両方通行車道案(植栽:松)



(b) 一方通行車道案(植栽:柳)

写真5-1 景観シミュレーションの結果

通行車道案の2案を考えたが、より良好な歩行空間、親水空間を目指し、(2)の案に決した。景観シミュレーションは、写真5-1に例を示すように行った。

5-4 景観シミュレーションについての考察

① 護岸、水面は河川の実景をマッピングし、模型などでは表現しにくかった景観予測が可能となった。しかし、問題点は残されており、パンプマッピングを含む、マッピング・システムおよびマッピング用データ生成システムの充実が急務である。

② 高木植栽については、特定の樹種を表現することは十分に可能であることがわかった。

③ シミュレーション全体を通じ、写実的表現におけるマッピング手法の重要性を再認識させた。

おわりに

本論文では、景観計画のあり方について、景観シミュレーションを行いながらシステムティックに景観計画・設計、合意形成を進め決定に導くという方策をとるべきことを提案し、その実例を現実に行進するみちづくり計画に求めて、景観計画の内容を紹介すると共に、景観シミュレーション・システムの有用性、今後の方向性をも示した。

景観計画・設計のシステム化については、計画・設計案の目標達成度や選好度等の評価情報の抽出、あるいは、機能性、経済性、施工性、維持管理性等の性能情報の提供等いくつかの課題がある。また、景観シミュレーション・システムについても、論文中に述べたような多くの課題を未だに残しており、計画のシステム化と景観シミュレーションの直接的関わりの部分ではCADシステムの問題がある。これらを考慮しつつ今後の研究を進めて行きたい。

＜参考文献＞

- 1) 榎原和彦:「コンピュータ・グラフィックスを用いた景観シミュレーションシステム(LANSIS)の開発」, 土木計画学研究・講演集 No.11, pp.565~572, 1988.
- 2) 榎原・福井・中田・三宅:「景観シミュレーションシステム(LANSIS)の研究-システムの応用例を中心として-」, 土木計画学研究・講演集 No.11, pp.573~580, 1988.
- 3) たとえば,
 ① (財)道路環境研究所・道路景観研究会:「道路景観整備マニュアル」, 大成出版社, pp.23~34, 1988.
 ② 佐藤浩:「講座道路景観 3. 一般道路における景観整備の考え方」交通工学, Vol.22, No.1, pp.47~52, 1987.
 ③ 松下仙:「道路実務講座 2 街路の計画と設計」, 山海堂, 1984, p.52~54.
 ④ (財)関西情報センター, (社)システム科学研究所:「道路・河川の修景計画策定のためのコンピュータ・グラフィックスを用いた計画手法の調査研究」, 1988.
- 4) 伊藤・尾坂:「土木工学体系15設計論」, 彰国社, pp.10~16, 1980.