

情報化時代における道路幾何構造設計プロセス

蒔苗 耕司¹

¹正会員 宮城大学教授 事業構想学部デザイン情報学科 (〒981-3298 宮城県黒川郡大和町学苑1-1)
E-mail: makanae@myu.ac.jp

本研究では情報化された設計環境における道路幾何構造設計プロセスと設計基準のあり方について考察を行った。現行の設計基準の中で段階的に示される数表類は理論的に接続可能であり、根拠となる理論式を設計システムに搭載することにより、設計プロセスが逆転する可能性があることを示した。また情報化時代の道路設計基準として、道路設計者、設計システム開発者のための基準がそれぞれ必要であることと、システムを検証する機関が必要であることを述べた。

Key Words : highway geometric design, design process, computer-based design, design criteria

1. はじめに

我が国における道路の幾何構造設計基準として「道路構造令」「街路構造令」が制定されたのは1919年、また具体的基準としての「道路構造令細則」が制定されたのは1925年であり、自動車通行を前提とした設計技術が確立してまだ100年にも満たない。現行の幾何構造設計基準は戦後1952年に改正された「道路法」に基づいて1958年に制定された「道路構造令」が基礎であり、1970年には大幅な改正がなされるとともに、解説書として「道路構造令の解説と運用」が発行され、これらが今日の幾何構造設計基準の根幹となっている¹⁾。道路構造令の趣旨は全国の道路を一定の水準に保つことであり、その実現のための設計方法と設計基準値を示しているが、実際の運用を考慮して、数表により段階的な基準値が与えられている。これらの設計基準の基礎が築かれた1960~70年代の設計環境は、鉛筆、定規を用いた紙上での製図手法が主流であり、コンピュータ利用が一般化した現代とは大きく状況が異なる。しかしながら設計基準は過去と同様に提供されており、設計環境の大幅な変化に対してそれが適切であるか否かを改めて検証する必要があると考える。そこで本研究では、情報化時代における道路幾何構造設計基準と設計プロセスのあり方について考察する。

2. 道路幾何構造設計のロジック

道路構造令に設計基準として数値の根拠は、「道路構造令の解説と運用」に詳述されている。著者は過去の研究において、道路幾何構造設計の根拠となる理論を再整

理し、理論的な接続性を3次元設計システムの構築により示している²⁾。

道路幾何構造設計においては、計画段階で起終点、事業者の種別、計画交通量が定義されれば、道路の存する地区・地形条件に応じて、予め基準として定められた数表に従い、計画道路の基本横断構成と設計速度が定まる（もちろん人為的に調整を行う余地はある）。設計速度が定めれば、道路の平面線形を定める曲率、縦断線形を定める勾配及び勾配変化率、必要な視距、片勾配それぞれの限界値がその根拠である理論式により自動的に求まる。これらの限界値が定めれば、あとは道路線形を具体的に定める作業に入ることができ、平面線形における曲率の変化曲線、縦断線形における勾配の変化曲線が与えられれば、定義された基本横断構成をもとに、拡幅や片勾配等も含めて自動的に3次元幾何構造が定まる。すなわち、設計者が前提として与えるべき条件は起終点、計画交通量であり、また事業者の意思決定により横断構成および設計速度が定めれば、あとは線形設計として、周辺環境を考慮しながら線形の距離に対する曲率・勾配の変化点を決定していけば道路幾何構造の3次元形状を得ることができる。

3. 現行の設計基準の問題

2)に示した通り、道路幾何構造は設計速度と基本横断構成が定めれば、設計者が定める線形の曲率・勾配の変化曲線により理論的に定義できる。しかし手作業の製図に基づく設計作業の中でそれらの計算を行うことは容易でなく、段階的に細分された数表として提供される設計

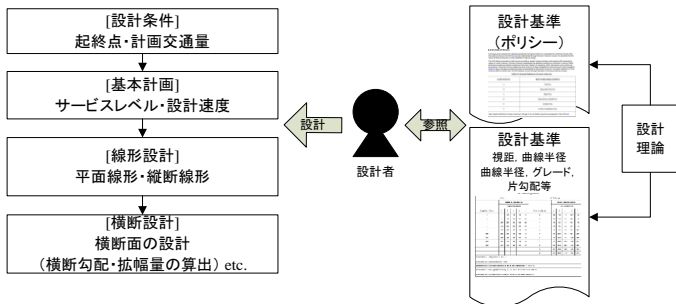


図-1 現行の設計プロセスにおける設計者と設計基準との関係

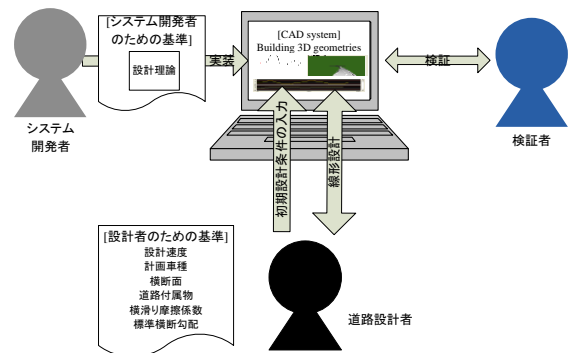


図-2 コンピュータ利用を前提とした設計における設計者・システム開発者・検証者の関係

基準に基づいて設計作業が行われる。現行の設計プロセスと設計者、設計基準との関係を図-1に示す。設計は起終点および計画交通量の決定、道路のサービスレベルの設定を経て、道路線形設計、横断設計と段階的に進むが、設計者はそれぞれの段階で適宜、設計基準である道路構造令および同解説書を参照しながら設計を進めている。

1980年代以降、情報技術の進歩に伴い、設計者が個々にPCを利用できる環境へと変わった。これまではいくつかの前提条件に対して予め理論式に基づいて求めた結果を基準値として用いていたが、PC利用を前提とすれば容易に設計物に対する評価が可能となる。平面線形設計を例とすれば、現在の設計基準では設計速度に応じて走行の安全性・快適性を満たす最小の曲線半径が基準として示されているが、PC利用の場合には、仮設定した道路線形に対して自動車が走行した場合に生じる加速度を計算し、それに基づいて安全性・快適性を評価するといったプロセスの逆転が可能となる。このことは設計プロセス全体でのパラダイムシフトの可能性を示している。

4. 道路設計基準・プロセスの変革

近年、BIM(building information modeling)やCIM(construction information modeling/management)が注目を集めており、関連して道路構造物の情報モデルの構築に関する研究もいくつか行われている。しかし、これらの研究でも現行の設計手法が踏襲されており、情報化時代を考慮した設計プロセスの最適化については十分に考慮されていない。著者はこの問題に対して設計基準自体の考え方の変革を提案する。

2. に示した道路の幾何構造設計ロジックに基づくコンピュータ設計を考えた場合、設計基準は従来のような数表ではなく、それらを定義づけるために設計システムに包含される理論式とパラメータが必要となる。設計基準には (1)設計者のための基準、(2) 設計システム開発者の

ための基準、という2つが考えられる、前者(1)は設計者が定める設計の前提条件に関する基準であり、道路のサービスレベル（設計速度、車両タイプ、横断構成）、安全のための条件（横滑り摩擦係数、標準横断勾配）等が挙げられる。また後者(2)はシステム開発者がシステムに包含させるべき理論式を定めるものであり、例えば最大横断勾配、視距、最大勾配、最小緩和曲線長、最大・最小曲率、片勾配、車線幅員、3次元幾何構造形状等が対象となる。またもう一つの役割として重要となるのは設計システムに正しく理論式が搭載されているかを検証する仕組みである。

図-2にこれらの設計を実現するための設計者、設計システム開発者、そしてシステムを検証する検証者の関係を示した。このような新しい設計基準および設計プロセスの適用により、道路設計プロセスの効率化が図られるとともに、設計品質の向上への貢献も期待される。

5. まとめと今後の課題

本研究では道路幾何構造設計を対象に、コンピュータ利用を前提とした場合に設計プロセスの逆転が可能であることと、それを実現するために設計基準の変革が必要であることを述べた。今後は地形条件等を含めた設計シミュレーションを行い、最適な道路設計プロセスおよび設計基準のあり方についてさらに検討を進めていきたい。

謝辞:本研究はJSPS科研費24 560 569の助成を受けたものです。

参考文献

- 1) 森田 緯之：『道路構造令の解説と運用』にみる日本の道路計画・設計思想の変遷，土木学会論文集 D3（土木計画学）67(3), 203-216, 2011.
- 2) 蒔苗耕司：曲率関数・勾配関数による道路幾何構造の3次元設計，土木学会論文集，No.639/IV-4, pp.13-22, 2000.