

コンピュータ・グラフィックスを活用した
 施工過程のシミュレーションシステムの開発研究
 —— 都市高速道路への適用を通じて ——

京都大学工学部 正 員 吉川和広

京都大学工学部 正 員 春名 攻

京都大学大学院 学生員 〇上坂克巳

1. はじめに

本研究では工事進捗状況のシミュレートを中心とする施工シミュレーションの（プログラム）システム開発を行なうこととした。対象として阪神高速道路工事をとりあげ、発注者である公団サイドからシミュレーションシステムの適用を試みた。ここで受注者である施工業者と公団の工程計画策定に対する考え方を比較すると次のようである。

施工業者は、契約工期の下で自己の利潤が最大となることを目的とする。一方、公団は着実かつ迅速に道路建設を進めることにより公団の業務遂行能力を明らかにし、また予算を計画的かつ確実に執行することによって我が国の経済発展に寄与することを目標としている。したがって着実・迅速な道路建設、そして適切な予算配分とその消化がクローズアップされることとなる。

以下、このような視点に立って公団が道路工事を計画化していく段階と、その中で工事進捗シミュレーションシステムの位置づけ、さらにシミュレーションシステムを用いた検討の方法について述べることとする。

2. 計画化の過程と工事進捗シミュレーションシステムの位置づけ

図-1に建設事業の実施過程を示した。このなかで公団が合理的に計画化をすすめるためには、図に示した3つのフェーズにおける事前検討が有効であると考えた。また、本研究における工事進捗シミュレーションシステムは実施計画段階で利用するため、ここではphase2, phase3について説明することとする。

<phase2>

予算が確定した後、事業を具体的に工事化していく段階。次のようなプロセスで行われる。

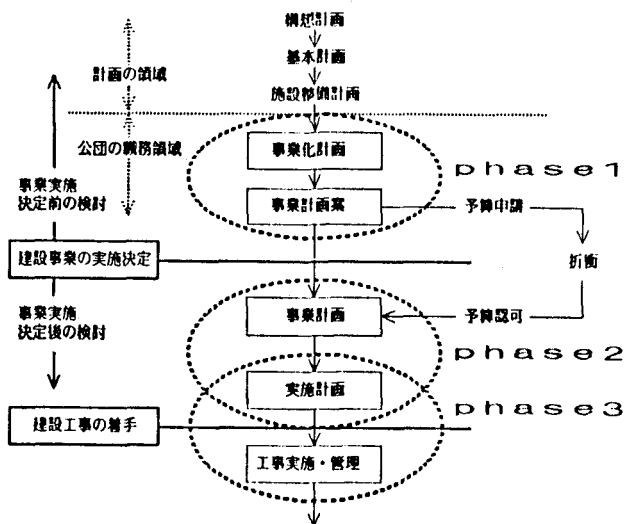


図-1 建設事業の実施過程

①事業計画案を修正し、路線網全体の視点から、各路線の整備戦略を策定する（計画路線網整備戦略）。これは、事業化の段階で十分検討されたものであるが、予算が修正・認可された段階で再確認しておく必要がある。

②①を受け、単路線を対象に実行性のある工程計画、予算配分計画の立案を行う。路線網整備戦略は各路線ごとの供用年および、供用にいたるまでの年次別の投資額を単路線整備戦略のしきりとして規定しており、その制約の中で工程計画および、予算配分計画を、現状かかえる障害問題と整合のとれた形で立案する。工程計画策定においては、座標式工程表等を用い、工区の分割と工種単位の工程を決定することとなる。

③工区工事を対象として、概略工程を決定する。この段階で、シミュレーションシステムを用い、上位計画の実行可能性の検討を行うとともに、各種の情報の精度の向上を図る。さらに、安全・環境上の問題点に対する対策および工事実施過程の技術的・運営的合理性の検討、等々、工事計画内容に関する事前の適正な評価・検討を行ない、当初想定した工事計画内容のブラッシュアップ（Brush Up）を図ることによって、不確実性やリスクの少ない工程計画を策定する。

< phase 3 >

実施計画をもとに実際の工事施工を発注者の立場から管理・監督するための情報を収集する段階。以下のような2つの方法をとることとした。

◇工事の進捗を妨げるアクシデントのうち、予知できるもの（用地買収の遅れ等）については、それが生じた時の対策を計画する“バックアップ・プラン（Back-up Plan）”の準備をする。

◇策定された工程計画を受けて、工事实行のための効率的かつ効果的なマネジメントシステム（Management System）の設計・構築のベースとなる管理計画内容と工事管理・監督体制や方法の検討と作成を行なうとともに、このマネジメントシステムをサポートする情報システム（例えばデータベースシステム）構築のための重要データの収集を行なう。

3. シミュレーションシステムを用いた検討プロセスについて

ここでは、都市高速道路への適用を通じて明らかになったシミュレーションシステムを用いた検討プロセスについて述べることにする。（phase2③以下のレベル）

Stage1 概略工程計画一次案の作成

まず、同種工事の施工実績や工事を構成する各種部分工事の標準値をもとに投入資源の種類や規模の想定を行なう。次に、施工ブロックの分割と主要資源の転用、さらに施工速度を、費用の側面からの評価を中心としてマクロな実行可能性の保証、最適性の追及という立場から決定することによって概略工程計画一次案を作成する。

Stage2 施工シミュレーションシステムの策定

このシステムを機能の面から整理して見ると、①施工シミュレーションを行ないどのような結果が得られるかを出力するサブシステムと②サブシステム群によってサポートされており、シミュレーション結果の判断や原因の追及を行なう診断システム（メインシステム）の2つに大別される。（図-2）

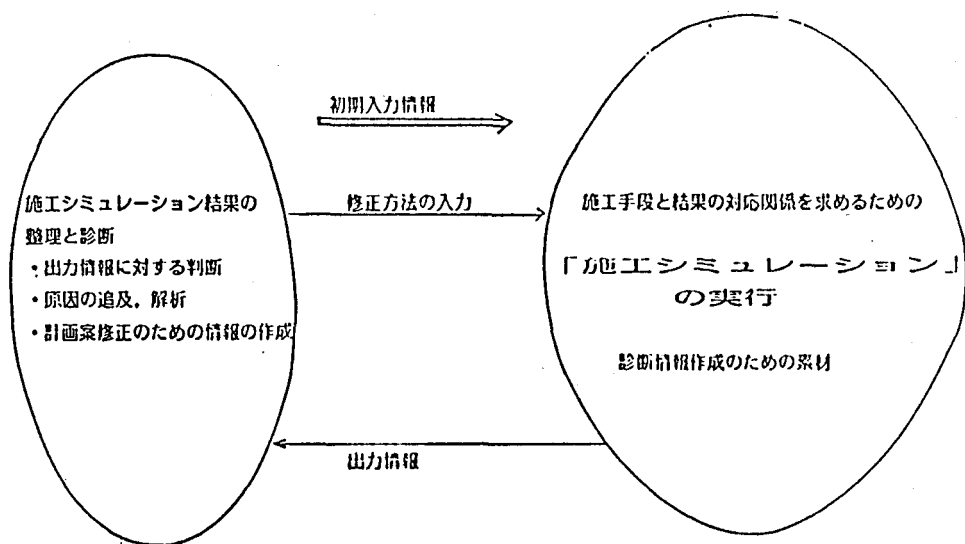


図-2 施工シミュレーションの基本機能構成

そこでこのシステムの構築に当たっては、図-3に示すように3つのStepに分けて検討することとした。

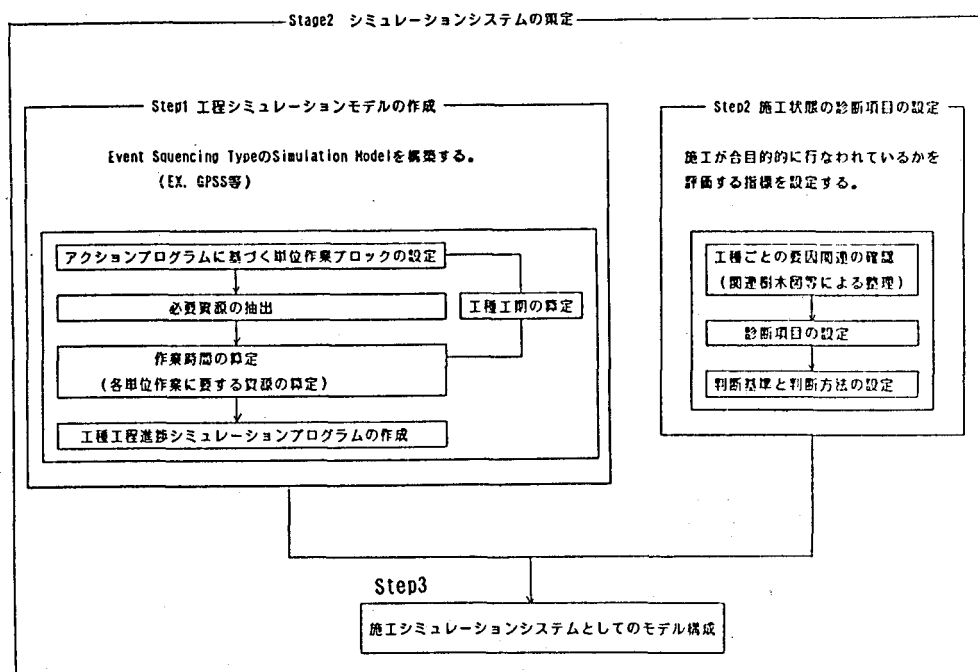


図-3 シミュレーションシステムの策定

Stage3 シミュレーションの実行

以上Stage1, Stage2 で成された検討をもとにStage3では施工シミュレーションを実行しながら工事内容に修正を加え望ましい工程計画の確立を行なうこととする。この段階では、工事の出会帳場の危険性など工程のシミュレーションを通して始めて発見される問題点があり、その中でも検討の頻度の高いものはプログラム中にメニュー化しておくことが必要であるとする。また、事前に発見できなかった重要課題や検討の必要となる頻度は低いながらもその重要性は極めて高いもの（例えば、費用の問題等）についてはシミュレーションの実施後その課題に応じて施工シミュレーションの設定を行ない再びシミュレーションの実施へと進むループを持つ必要がある。また、先述した通り施工シミュレーションシステムは2つの機能に大別出来る。そこでさらに検討実施の効率をあげるためにこの機能を自動化が可能であるものと、そうでないものとで再整理して配置する。この結果3つの部分に分けることがシステムを効率良く運営する上で適していると明らかにされた。この概念を示したのが図-4である。

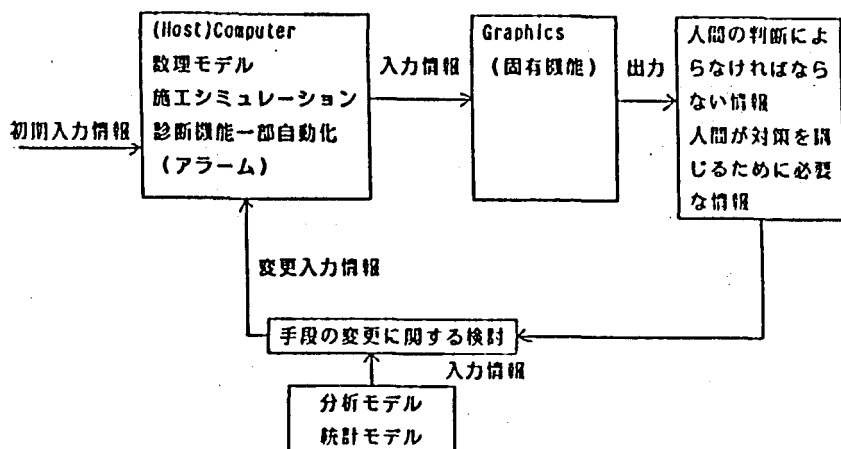


図-4 コンピュータ・グラフィックスを活用した
施工シミュレーションシステムの概要

Stage4 概略工程計画としてのとりまとめと管理情報の作成

以上述べてきた検討プロセスは、発注者からだけでなく、受注者サイドからも適用が可能である。ただし概略工程計画、あるいは管理情報としてとりまとめる際には、シミュレーションモデルの作成、施工状態の診断項目の設定時と同様、自らの立場を十分把握した上で行わなければならない。

4. おわりに

図-4で示されるように、本研究ではコンピュータ・グラフィックスをシミュレーション・システムにくみこみ、アウト・プットを視覚情報化することによって人間の判断を織りこむことを可能とした。その際、用いた画面についてはモデルの詳細と同様、講演時に発表することとする。