

大規模土地開発事業計画のための プロジェクト計画CADシステムの開発研究

立命館大学理工学部	正 員	春名 攻
株式会社 長大	正 員	玉井 大吾
立命館大学大学院	学生員	川上 俊幸
立命館大学大学院	学生員	○大村 健太

1. はじめに

近年、土地開発プロジェクト計画に対する要求は高度化・複雑化・複合化してきている。それにより、計画的検討作業における検討作業項目や情報量は飛躍的に増加している。従って、従来行われてきた土地開発プロジェクト計画立案のための計画検討方法・項目ではこれらに対応しきれない場面が生じてきているのが現状である。

本研究では、土地開発プロジェクト計画における計画案策定を合理的・効率的に進めるために、計画検討作業において作業労力の負担が大きい検討項目や迅速な処理が必要な検討項目に対し、コンピューターの能力を積極的に活用した計画システムの構築

を目指した。また、計画者の意志決定や適切な判断を促し、実効性の高いプロジェクト策定のための、視覚的な情報を伴った計画支援情報を提供する、計画CADシステムとして取りまとめている。

本研究では、一昨年までの研究において課題とされていた「ハイブリッド型計画プロセスによる地形設計モデル」の一般土工事への展開とより実行性の高い計画案策定システムの構築について研究が進展している。後者に関して、景観面・事業マネジメント面・工事施工面等を一体的に取り扱うことで実行性の高い計画案の策定を可能にしているが、実際に一連の作業システムとしてとらえることは難しく、図-1に示すようにサイクリックな形で検討を加え

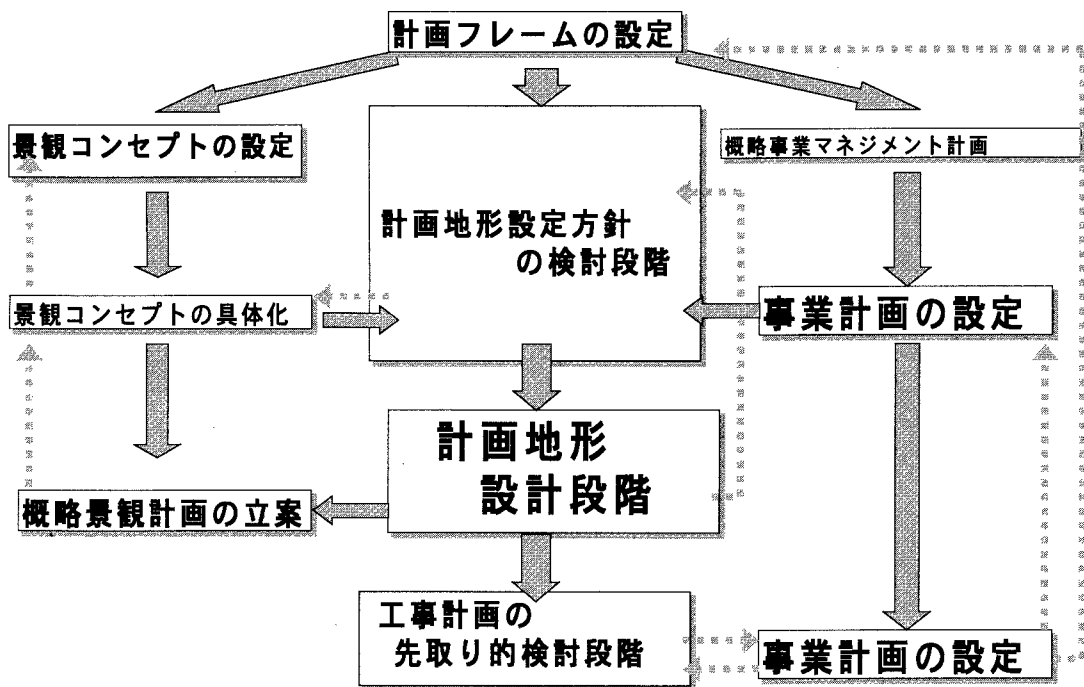


図-1. システムフロー（各項目の解説は次ページで行う。）

ている。本研究では以上の2点を中心に述べることとする。

2. 計画面策システム全体のプロセスに関する考察

(1) 基本計画面策における検討項目の整理

本研究では、土地開発プロジェクトにおける基本計画面策の策定作業をシステム化するにあたり、検討作業項目の全体構成を図-1に示すように整理した。

この構成は、基本計画面策の策定作業のうち特に地形設計作業を中心として、景観面・事業マネジメント面・工事施工面といった検討項目を先取的に検討している。中心となる地形設計段階は、「計画地形設定方針の検討段階」、及び「ハイブリッド型計画プロセスによる地形設計モデルを用いた計画地形設計段階」、の大きく2つの段階で構成される。このような段階的な計画検討を行うに際して、各段階での計画地形代替案の実現可能性を先取的に検討するために、最終的な計画地形案の評価項目を上位段階でラフに評価・検討しながら下位段階の与件として与えることとした。このようにして計画された地形設計作業を中心とする土地開発プロジェクト計画の計画内容の精度を向上させるだけでなく、手戻りの少ない合理的な計画行為を行うために、計画内容の実現（実行）可能性を確保する必要がある。そこで、計画地形の単純評価に加えて、景観面・事業マネジメント面・工事施工面等に於ける検討を先取的に考慮する事とした。

上記一連の計画的検討作業の土地開発プロジェクトプランニングにおける多種多様な計画検討の処理のうち膨大な計算量を必要とする作業や、迅速さが要求される作業については、Computer-aidedな形で取り扱い、検討を行なうことが可能な情報処理システムのとおり取りまとめることとした。また、意志決定のために提供する支援情報はコンピュータグラフィックスを積極的に活用し、計画者の意志決定や適切な判断を促し、実効性の高いプロジェクト策定を可能とした。

システムの中核であるシステムモデルの定形化・定式化に関しては、最適な代替案を策定するアルゴリズムが確立されていないことを考慮し、シミュレーションモデルを中心としたモデル構築を行い、より多くの代替案について比較検討することとした。

(2) 検討項目サブシステム構築に関する基本方針

①計画地形設計サブシステムにおける基本方針

ここでは、「計画地形設定方針の検討段階」と「ハイブリッド型計画プロセスによる地形設計モデルを用いた計画地形設計段階」の2つの段階的検討により、工事費用最小化を中心とした計画地形設計を行う。検討項目として、土工量を中心とした概略費用の検討、勾配による負担を考慮した徒歩による施設間の移動、地形の利用しやすさとしての幹線街路からの自動車によるアクセス距離を算定し、さらに、住宅地開発等では非常に重要な要件となる日照を考慮した南面率等を算定し、これらの指標から各代替案の評価を行なっている。また、計画地形はプロジェクト目標との整合性と実行可能性を確保しながら計画している。

②概略施工計画立案サブシステムにおける基本方針

ここでは、構想された計画フレームや計画地形の実行可能性をプロジェクトの企画・構想段階において先取的に検討する。これにより、構想した計画内容に対して実行可能性を保証していくこととした。

③概略景観計画立案サブシステムにおける基本方針

ここでは、構想した計画案を景観面からの実行可能性を確保することとした。同時に、コンピュータグラフィックスを積極的に活用して、ビジュアル的な計画支援情報を交えて計画案の立案を行っている。

④概略事業マネジメントにおける基本方針

構想した計画内容の実行可能性を金銭面で確保する意味で事業マネジメントを先取的に検討・把握することを目的とした。

引き続いて以下に、システムの中核をなすハイブリッド型計画プロセスによる地形設計モデルに関して述べる。

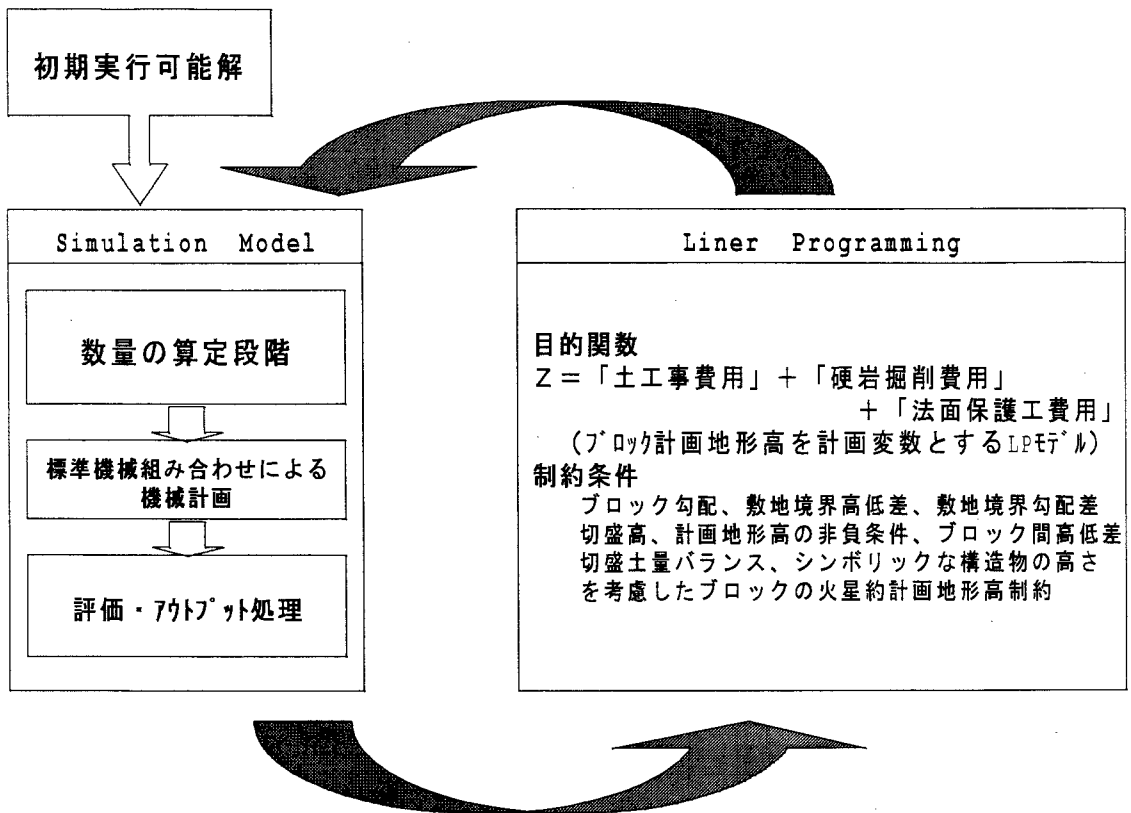


図-2. ハイブリッド型モデルの基本構成

3. ハイブリッド型計画プロセスによる地形設計モデルの構築に関する基本方針

ハイブリッド型計画プロセスによる地形設計モデルは、現象合理性の確保を目的として施工工事計画の先取り検討（特に機械計画）を行なうシミュレーションモデルと、計画地形高を計画変数とし計画目的の追求（ここでは工事費用の最小化）を行う最適化モデルとをサイクリックな検討プロセスを通して混成化した構造となっている。（図-2）

本システムにおいて、シミュレーションモデルは初期入力或いは最適化モデルで設定された計画地形に対して最も安く、確実に工事実施が可能な機械編成を標準的な施工機械組み合わせに基づいて計画する。最適化モデルにおいては、このシミュレーションモデルで計画された機械編成（費用関数）を利用して工事費用を最小化する計画地形の設計を行う。この作業を計画地形高が収束するまでサイクリック

に繰り返す。

但し、ハイブリッド型計画プロセスによる地形設計モデルの問題点として、最適解が確実に収束するとは限らないと言うことが事前に予測できる。そこで、このような問題に対しては、パラメトリックに初期入力を与え、ハイブリッド型計画プロセスによる地形設計を実施し、解の外形を把握することで最適性の保証を確保していくこととした。以下にシミュレーションモデル・最適化モデルの内容について示す。

(1) シミュレーションモデル

ここでは、まず標準的な施工機械組合せについて検討を加えた。次に、各ブロック土工量・運土ルート距離・メッシュ情報等の算定を行い、その算定結果をもとに標準機械組み合わせごとの工事費用算定を行った。

数値計画モデルの構成

評価方法：工事費用（軟岩・普通土の掘削費用、積込費用、運搬費用、敷均費用、転圧費用、硬岩の掘削費用、法面保護工事費用）の最小化

計画変数：検討ブロック（粗造成ユニット）の計画地形高

与件：検討ブロック（粗造成ユニット）の分割形状、土質情報、施工機械組み合わせ、施工機械費用関数、

制約条件：① ブロック斜面勾配 ② 敷地境界の地形高低差
③ 敷地境界の勾配差 ④ 切盛高の上限値
⑤ 計画地形高の非負条件 ⑥ ブロック間高低差（地形の利用性を考慮）
⑦ 切盛土量バランス ⑧ ブロック計画地形高
（代表的な建築物の高さを考慮）

表－１ 数値計画モデルの構成

そして、合理的かつ実現性のある最適な機械の組み合わせの選定を行っている。ここでの標準的な施工機械組合せは、住都公団による一般土工事における一般的な施工機械の組み合わせと、実際の現場でのヒヤリング調査結果をもとに、標準的な機械組み合わせを整理し、定義することとした。

(2)最適化モデルについて

ここでは、費用最小化を目的関数とする、システムモデルの構築を行っている。本研究グループのこれまでの研究成果並びに現場技術者に対するヒヤリング調査によると、特に大規模な山間部土工事において、「土工事費用」、「硬岩掘削費用」、「法面保護工費用」の３費用項目の全体工事費用に占める割合が非常に高いという傾向が読みとれる事が出来た。そこで、今回本研究の開発システムでは、この３つの費用の最小化を目的関数とする線形型にモデル化を行った。（表－１）

４．実証的検討

本研究では、実際に工事実施している宅地開発事業を対象として、今回開発した「地形設計CADシステム」の適応による実証的検討を行った。対象地は、市街地に隣接する丘陵地であり、都市環境形成のための総合的まちづくり計画の一環として、約1400人規模の住宅整備を計画している。本研究による実証的検討では、土地利用面積・住宅構成割合・開発敷地形状・計画地形高等に関しても考察を行っている。本論文では、紙面の都合上、開発システ

ムの適用結果については割愛し、講演発表時に示すこととする。

５．おわりに

本研究では、開発した計画CADシステムにより計画検討を迅速に行うことが可能となった。また、計画者に対してより多くの計画支援情報の提供が可能となった。本研究で開発した計画案策定システムの適応により、土地開発事業の基本計画策定段階において、より効果的・合理的な計画案の策定が可能になったと考える。

今後の研究課題としては、開発したシステムのケーススタディーを重ね、システムの特徴を把握するとともに、問題点の抽出を行いシステムを改善していく必要があると考える。

－参考文献－

1. 上山 晃：土地開発プロジェクトプランニングのためのCADシステム化の開発研究－整地計画・設計からのアプローチ、立命館大学大学院修士論文 1996.02
2. 阪急開発プロジェクトマネジメントシステム研究会：土地開発プロジェクトプランニングシステムの構築を目指して 1983.10
3. 寺田岳彦：大規模土地開発プロジェクト計画のための地形設計方法に関するシステム論的研究 立命館大学大学院修士論文 1997.0
4. 住宅都市整備公団：土木工事積算要領 1986.10