

II-37 効果的開発プロジェクト計画のためのCADシステム開発研究

立命館大学 正員 春名 攻
 東洋建設(株) 正員 竹中弘治
 立命館大学大学院 学生員 ○玉井大吾

1. はじめに

本研究は、効果的な開発プロジェクト計画の策定を目的とした、計画CADシステムの開発を目指している。本研究では、その取りかかりとして、計画CADシステムの中核をなす計画案策定CADシステムを、これまで本研究グループが研究・開発してきた建設工事計画レベルにおける土工事計画策定CADシステムを再構築する形で取りまとめている。

2. 本研究の背景

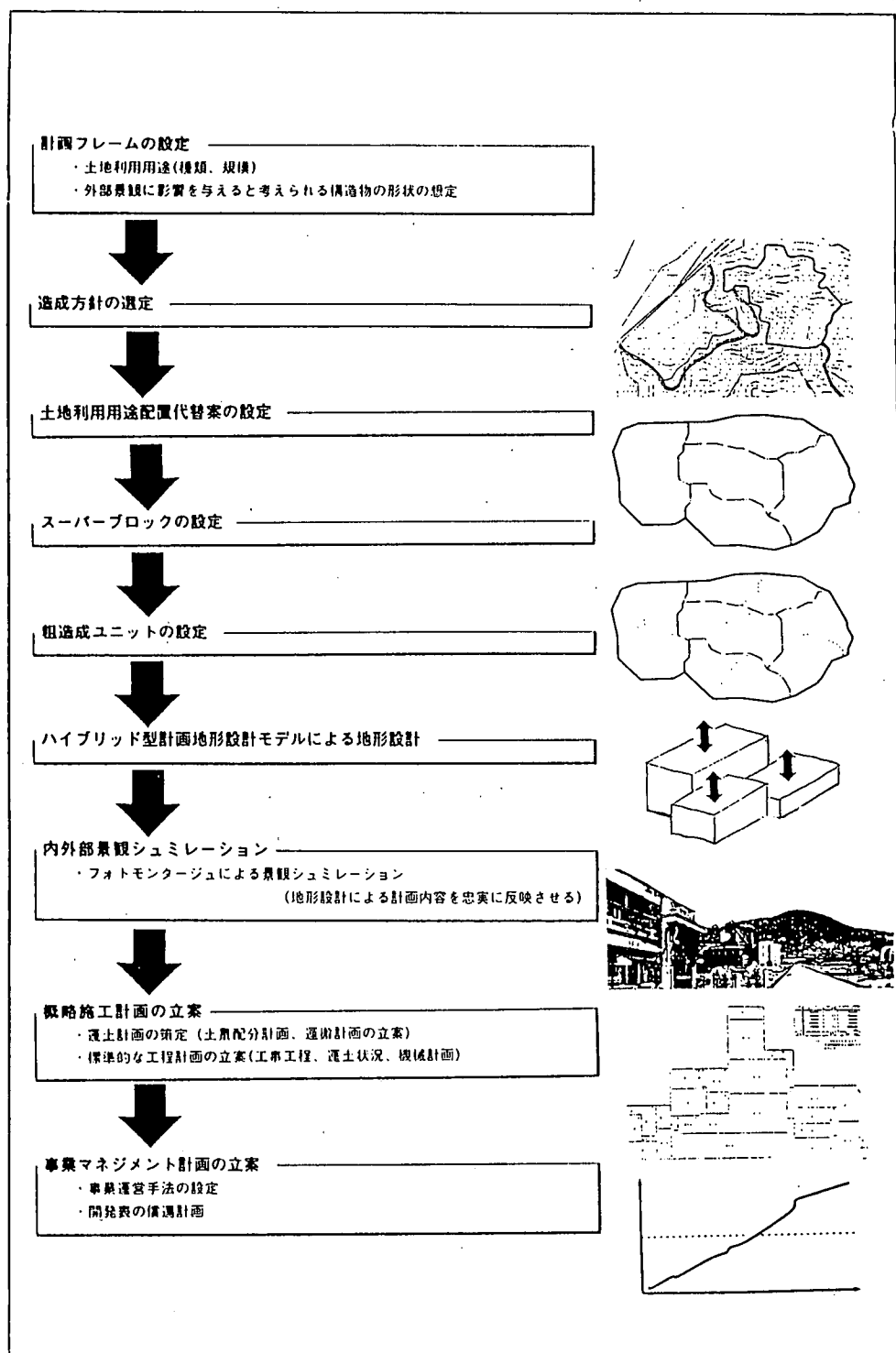
近年、バブル崩壊後の経済低成長期を迎え、公共事業費の削減や建設工事に対する工費縮減の傾向は一段と色濃くなっている。一方で、国民の公共事業に対する要求は、多様化社会を反映して複雑・高度になっているだけでなく要求の変化速度は増す一方である。このような状況の中、以前から土地開発事業の企画・構想段階において下位検討段階である工事面に於ける検討を先取的に行うことの重要性が叫ばれていた。現在では、「PM/CM計画」として企画・構想段階から実施計画までの各検討段階において、「Plan → Do → See」の計画サイクルの各段階で施工面の検討を行うと言った考え方が提唱されつつある。

また、真に開発効果の高い土地開発事業を計画するためには、これまでのような経験豊富な計画者による探索的な計画の立案を行っていたのでは十分とはいえない。条件を満たす実行可能な計画内容は無数に存在するが、その中でも質的に経済的に望ましい計画案を合理的に立案選定することが

土地開発事業に対する社会的ニーズとなっている。そこで、大規模な土地開発事業計画に対する建設工事面からのアプローチとして、計画案策定CADシステムを中核とする計画システムの開発を試みることにした。このシステムは、本研究グループが開発・研究を行ってきた土工事計画CADシステムを再構築する形で、土工事計画を中心に土地開発プロジェクト計画案の策定検討を行うこととしている。また、このシステムでは、意志決定支援情報の提供はもちろんのこと、無数の計画案の検討、計画サイクルによる繰り返し検討、土地開発事業の煩雑な検討内容といった問題の打破のために、システムをComputer-Orientedな形でとりまとめることとした。

3. 検討プロセスの概要

本研究の計画案策定CADシステムに於ける検討プロセスを図-1に示す。企画・構想段階に於いて、下位検討段階である工事面に於ける検討を先取的に行った計画地形案は、造成費用、土量バランス、法面・擁壁等の安全対策などの先取的把握を可能にする。また、完成予想景観や基本方針では認知できない要素を視覚的に捉えることを可能にする。さらに先述の通り、システムの構築をCAD的に行うことを考慮して、本研究では地形情報や計画情報等を定形化、定式化している。一方、近年コンピュータ処理能力が飛躍的に向上しているとはいえ、システムの検討レベルである企画・構想段階においては、計画の方向性を的確に捉える必要がある一方で、モデルが



図一 1. 計画策定CADシステムに於ける検討プロセス

ある程度の操作性を確保していなければならない。そこで、検討対象をマクロ的に捉えつつ、検討レベルに見合った計画精度の保持に配慮している。具体的には、地形情報のモデル化としては、地形形状を 20 m

あるいは宅地に於ける住区単位が 4 ~ 5 ha であることから、粗造成ユニットを設定し、粗造成ユニットを単位として計画地形設計を行うこととした。

四方のメッシュに分割してメッシュごとにメッシュ情報や計画情報を付与している。また、地形のマクロ的な取り扱いとしてブロック分割を行い、ブロックを単位として計画地形の操作・検討を行っている。

造成方針の検討では、対象地形形状の適した造成平面の設定方法を代替的に分析し、望ましい造成方針の探索する。このため、ここではマクロ的に造成の方針と探索するために、スーパーブロック(約 8 ha)を単位とするブロックを基に検討を行う。

続いて、ハイブリッド型地形設計モデルを用いて計画地形設計を行う。ここでは、一般的な造成工事に於ける粗造成工事の単位平面積、あ

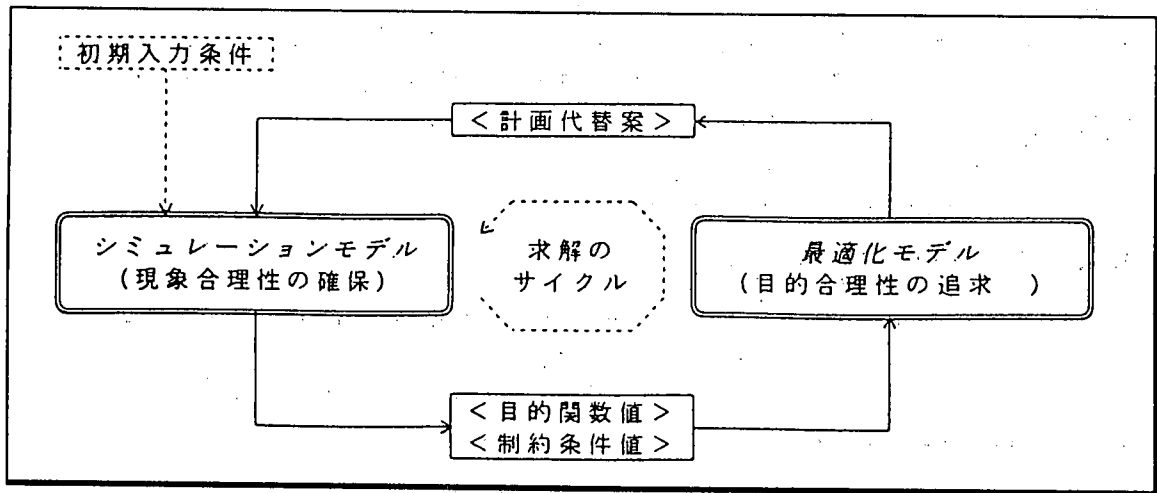


図-2. ハイブリッド型モデルの基本構成

4. ハイブリッド型地形設計モデルの概要

①ハイブリッド型モデルの基本概念

既存の計画システムの中核を形成していたシステムモデルは、望ましい計画案設計のために満たすべき3つの要件「現象合理性の確保」、「目的合理性の確保」、「操作性」に対して一長一短があった。これを打破するための一方策として、現象合理性の確保を目的として施工過程の再現を行う「シミュレーションモデル」と計画目的の追及を行う最適化モデルとを混成したハイブリッド型モデルの開発を行うこととした。モデルの概念図を図-2に示す。ここでは、シミュレーションモデルによる費用関数と施工機械計画を基に、最適化モデルによって粗造成ユニットの計画地形高を算定する。この操作を繰り返しながら、工事費用に改善がみられなくなった時点で最適解に到達したと見なすこととした。

②最適化モデルの内容

最適化モデルは、図-3に示すように、工事費用の最小化を目的関数とし、粗造成ユニットの計画地形高を計画変数とする線形型のモデルとした。工事費用としては、軟岩・普通土の掘削費用、硬岩掘削費用、積込機械費用、運搬費用、敷均

費用、転圧費用、法面保護費用の総和とした。これは、本研究が対象とする大規模な土地開発事業では主な開発の舞台が大都市近郊の地形形状が急峻な田園・農山村地域であることや土工事費用が造成費用の中核を占めることを考慮して、造成費用の概略を的確に把握し得る費用項目を検討することとした。また、計画地形高が変更する事によって費用が大きく影響を受ける硬岩掘削費用や法面保護工事費用を検討項目に含めることとした。

ここでは、上位計画等を満足しつつ実行可能である地形設計代替案群の中でも、工事費用が低い代替案ほど開発効果が高くなるとの考えに基づいている。

③シミュレーションモデルの概要

シミュレーションモデルでは、初期条件或いは最適化モデルの解法による粗造成ユニットの計画地形高に基づいて地形設計案に対する最も適切な工法や施工機会の組み合わせの検討を行っている。同時に、施工機械の組み合わせごとの費用関数の算定も行っている。最適化モデルでは、ここで選択された施工機械計画及び算定された各工事（作業）の費用関数に基づいて地形設計を行っている。

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)

図-3. 最適化モデルの定式

5. システム構築に関する考察

現段階で推測される問題点もいくつか考えられる。たとえば、ハイブリッド型モデルでは、仮に計算の結果解の改善がみられず計算が終局したとしても、必ずしも最適解に到達しているとは限らない。すなわち、複数回の試行による解空間の把握という保証をつけた上で最適解に到達したと判断する必要があるといえる。また、事業において工事費の最小化が最も望ましい開発計画であるとは言い切れない。そこで、プロジェクト計画検討作業との情報の相互交換と、その情報を用いた総合的判断を行う必要があるといえる。そのためには、工事費用の最小が図られた計画案を中心として検討要因をパラメトリックに変化させながら、工事費用や開発効果がどのように変化するかと言った検討項目の影響特性を把握する必要もあると考えられる。

6. おわりに

本論文では研究事例の紹介として、現在開発中である大規模土地開発プロジェクトのプランニング・CADシステムの中核である計画案策定CADシステムの開発研究を行っている。後の機会においては、計画CADシステムの全体システムを構築する

とともに、本研究で開発したシステムを実際のプロジェクトプランニングに適用し、その有効性と課題の明確化を行っていきたいと考えている。

<参考文献>

- 1) 吉川和宏：土木計画とOR、丸善 1969 年
- 2) 阪急プロジェクトマネジメントシステム研究会：HANPS 研究会検討成果報告書、1983 年
- 3) 小山卓爾郎：大都市圏を対象とした土地開発事業の企画段階に於ける計画的検討作業のシステム論的研究
立命館大学大学院修士論文、1992 年
- 4) 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 年
- 5) 竹林弘晃：大規模建設工事計画システムモデルの開発研究-ハイブリッド型計画モデルの開発と実証的検討-
立命館大学大学院修士論文、1995 年