

IV-173

地形設計を中心とした土地開発プロジェクト計画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の高度化・複雑化・複合化に伴い、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。

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、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。そして、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、視覚的な情報を効果的に計画支援情報として提供する、計画CADシステムの開発を行った。

本稿では、上記システムの中核を構成する「ハイブリッド型計画プロセスによる地形設計モデル」を中心に概要を述べていく事とする。

2. 計画案策定システムの

全体プロセスに関する考察

本研究では、土地開発プロジェクトにおける基本計画案の策定作業をシステム化するにあたり、地形

設計作業を中心に検討作業項目の全体構成を整理し、図-1に示した。

ここでは、各検討段階での計画地形代替案の実行可能性を先取的に検討するため、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・検討を加えながら下位段階の与件として与えることとした。具体的には、景観面・事業マネジメント面・工事施工面・施設配置面といった検討項目を総合的かつ先取的に検討できるシステムを目指した。また、中心となる地形設計段階では、「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2段階のプロセスで検討していくこととしている。

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では、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

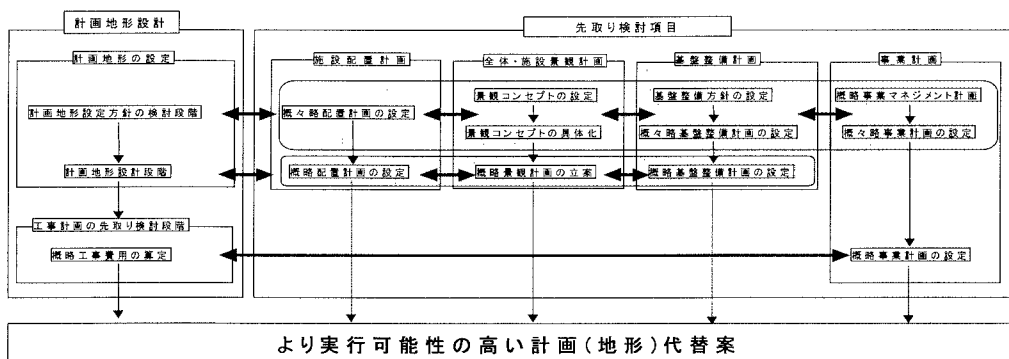


図-1. システムフロー

Keyword : CADシステム、ハイブリッド型計画プロセスモデル

* 〒525-0058 滋賀県草津野路東 1-1-1

TEL : 077-561-2736

FAX : 077-561-2736

** 〒103-0014 東京都中央区日本橋蛸殻町 1 丁目 2 0 - 4

TEL : 03-3639-3301

FAX : 03-3639-3366

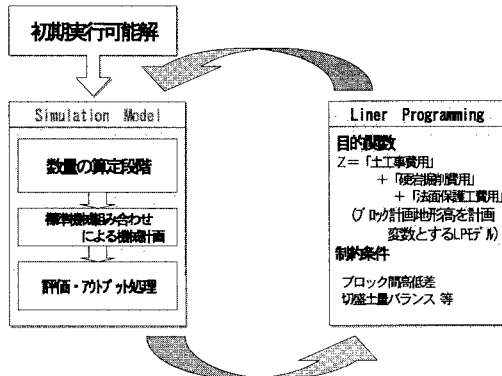


図-2. ハイブリッド型計画プロセスモデルの基本構成

て混成化したモデル構造となっている。（図-2）

すなわち本システムにおいては、まずシミュレーションモデルによって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。

さらに、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。そして、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し、最適な計画地形計高（地形設計代替案）の探索を行うこととしている。以下においては、この最適化モデルの定式化の内容を示しておいた。

○目的関数

$$\text{Minimize} : \sum_{i=1}^n \alpha(KH_i) + \beta(KH_i) + \gamma(KH_i) + \delta(KH_i) + \varepsilon(KH_i) + \zeta(KH_i) + (KH_i) \eta$$

○制約条件

①ブロック斜面勾配

$$|SB_i| \leq \text{Const } BS_{i\max}$$

②敷地境界の地形高低差

$$\text{Max}(HME_{ij} - HNM_{ij}) \leq \text{Const } HRM_{\max}$$

③敷地境界の勾配差

$$\text{Max}(SB_i - SNM_{ij}) \leq \text{Const } SRM_{\max}$$

④切盛高の上限値

$$\text{Max}|GH_{ij} - KH_{ij}| \leq \text{Const } KM_{\max}$$

⑤計画地形高の非負条件 $KH_i \geq 0$

⑥ブロック間高低差 $|KH_i - KH_k| \leq \text{Const } BD_{\max}$

⑦切盛土量バランス

$$\left| \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^l (GH_{ij} - KH_{ij}) \right| \leq \text{Const } VD_{\max}$$

⑧ブロック計画地形高

$$KH_i + KOZ_i \leq \text{Const } HB_i$$

$\alpha(KH_i)$: 軟岩・普通土の掘削費用関数

$\beta(KH_i)$: 積込費用関数

$\gamma(KH_i)$: 運搬費用関数

$\delta(KH_i)$: 敷均費用関数

$\varepsilon(KH_i)$: 転圧費用関数

$\zeta(KH_i)$: 硬岩の掘削費用関数

$\eta(KH_i)$: 法面保護費用関数

i : ブロック番号

KH_i : ブロック重心位置の計画地形高

SB_i : ブロック勾配

$\text{Const } BS_{\max}$: ブロック勾配の制約値

j : ブロック内のメッシュ番号

HME_{ij} : 境界メッシュに於ける計画地形高

HNM_{ij} : 境界メッシュ ME_{ij} に於ける敷地外隣接メッシュの地形高

$\text{Const } HRM_{\max}$: 隣接地との高低差の制約値

SNM_{ij} : 敷地外隣接メッシュの勾配

$\text{Const } SRM_{\max}$: 隣接地との勾配差の制約値

GH_{ij} : メッシュ j に於ける原地形高

KH_{ij} : メッシュ j に於ける計画地形高

$\text{Const } KM_{\max}$: 切盛高の制約値

KH_j : ブロック j の計画地形高

$\text{Const } BD_{\max}$: ブロック間高低差の制約値

GH_{ij} : メッシュ j に於ける原地形高

$\text{Const } VD_{\max}$: 余剰・不足土工量の制約値

KOZ_i : メッシュ j に於ける計画地形高

$\text{Const } HB_i$: ブロック i の計画地形高の制約

なお、上述したシミュレーションモデルで用いる標準的な施工機械の組合せは、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合せと、実際の現場でのヒヤリング調査をもとに整理したものを採用している。

4. おわりに

本研究で開発した計画CADシステムによって、計画地形設計を中心としたより効果的・合理的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。

本研究では開発した地形設計CADシステムを実際に宅地開発事業に適用し、実証的検討を行っている。また、本研究の成果をもとにトータルの計画システムについて分析中であり、実証検討結果にあわせて、今後の研究の方向を発表時に述べることとする。