

京都大学大学院 学生員 ○南 健志
 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

1. 本研究のねらい

本研究は、大都市周辺における大規模宅地開発プロジェクト立案のための計画地形設計モデルの開発研究状況を示したものである。なお、ここでは開発対象地域の原地形は与えられているものとし、この段階から検討を始める場合のComputer-aided Planning Systemの開発をめざしている。従来、原地形の特徴を生かした計画地形や計画内容を求めるための検討作業においては、作業量の膨大さや繁雑さのため、代替案作成や評価のための多面的な検討が十分に行なえなかった。筆者等は、このような作業を可能とするためには、コンピュータを中心として表示・処理能力を活用した合理的な作業体制の確立をめざしたComputer-aidedなシステム化が必要と考え、その第一段階でもあり、後の計画化にとっても大きな影響を及ぼす「計画地形の設計」を中心としてシステム化のための開発研究を行なったものである。

2. 計画地形の表現モデル・設計モデルの位置づけ

まず、大規模宅地開発計画段階において、どのような検討が必要かといった項目を整理し、その検討手順を簡単に整理したものが図-1である。ここでは、「土地利用の具体化」などの平面的な検討と、造成形態すなわち「計画地形の設計」等の空間的な検討に分けて整理している。ここでは、この2つの検討行為においては、検討内容を相互にやりとりしながら同時進行させていく方法が合理的で効率的であると考えた。このような考え方のもとで新たな検討システムを開発しようとする、「計画者の求める要件のもとに計画地形を迅速に設計することができるツール」がまず必要となることは明らかである。そこで粗造成イメージの計画地形の設計を、平面的計画である土地利用計画の内容に対応できるように数理的に近似して表現する「計画地形の表現モデル」として開発することにした。ついで、このモデルを活用し「計画地形の設計モデル」として土工量を評価尺度とする数理計画モデルの定式化を行なった。ここではコンピュータシステムを使つての計画的な検討を行なう際、モデル操作を迅速に行なうことを目的としている。

3. 計画地形の表現モデルの定式化

さて、まず「計画地形の表現モデル」の定式化について述べる。ここでは、造成諸量を取扱いやすく各種の開発内容が検討可能なようなモデル化を検討した結果、地形表現の単位としては通常の宅盤よりも大きな、幹線・準幹線で区分されるようなスーパーブロックスケールの「ポリゴン(多角形)」を用いることとした。ここでスーパーブロックスケールのポリゴンを基本単位とした理由をあげると次のようである。

- ① 土地利用計画を構想計画として取りまとめる際、通常スーパーブロック単位が用いられること。
- ② 次段階での、街区計画・整地計画等の詳細な設計は、個々のスーパーブロック内の計画として進めるほうが合理的であると判断されること。
- ③ システム的検討における操作変数としてポリゴンの重心座標・法線ベクトルを取

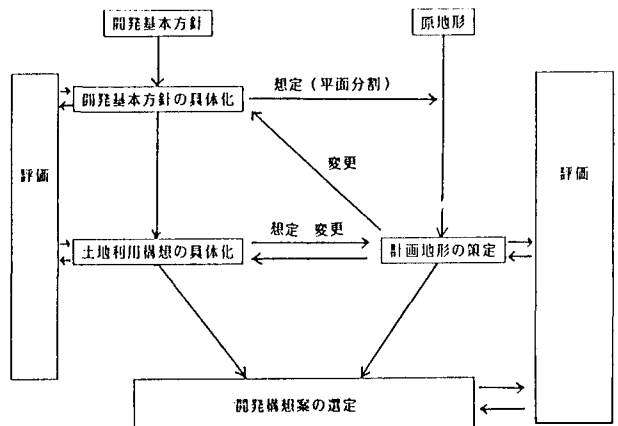


図-1 大規模宅地開発プロジェクトにおける
計画化作業のすめかた

りあげると、粗造成計画と道路・防災・供給計画の検討における数値取扱上の整合性が取れること。

このようなスーパーブロックの特徴を生かした検討を行なうためには、最初の段階で実施するポリゴン分割内容が大きな関わりをもってくる。ここでは、計画者が原地形状況を十分考慮しながら尾根・谷線に沿って分割する方法を用いることとしている。

4. 計画地形の設計モデルの定式化と対話形システム

次に、このような計画地形の表現モデルに示した内容を最大限に活用して、計画地形を合目的に設計するためのモデルを最適化問題として定式化した。(図-2)すなわちこの計画地形の設計モデルにおいては、宅地開発プロジェクトにおいて費される費用のうち、工事費用を左右する土工量の最小化を目的関数とした。また外部との土の搬入・搬出を避けるための考慮を払い、切盛土工量のバランスをとること(切土量=盛土量)や、整地作業を考慮できるように粗造成面の勾配を一定範囲におさめること、等を配慮した。さらに、道路や法面に相当する境界部分に対しても、ポリゴン間の高低差である段差の制約によって一定範囲内に収まるように工夫して定式化した。

いま、ここで開発した「計画地形設計モデル」を利用すれば、図-3に示すような計画地形を求めるための対話形システムを構築することができる。すなわち「計画地形設計モデル」によって求められた地形が土地利用計画上不都合である場合には、「計画地形設計モデル」のパラメータを適切に変更することにより、新たな計画地形案を効率的に得るようにしている。また、設計された案が許容されないと判断された場合には、以後の選択対象から除外し、最終的に合目的で実行可能性の高い計画地形案のみを残していくという方法を用いている。

この際、検討作業において素材となる情報や評価情報をわかりやすい形で迅速にかつ正確に呈示することがComputer-aidedな作業システムのキーポイントとなる。特に景観等、計画者の判断にまかされる部分が多いものに対しては視覚情報化して提示し検討するというように、総合的な意味での計画情報のとりまとめや操作手順の設計も行った。なお実際の造成予定地に対して適用事例の詳細に関しては講演時に発表することとする。

目的関数 (土工量最小化)

$$F = \Sigma (V_{cs} + V_{cb}) + \Sigma (V_{bs} + V_{bb}) \rightarrow \min$$

土工量バランス

$$V_c - V_b = 0$$

ここで

V_c は切土量の総和を表す ($V_c = V_{cs} + V_{cb}$)

V_{cs} はスーパーブロックスケールのポリゴンの切土量の総和を表す

V_{cb} は境界部分のポリゴンの切土量の総和を表す

$$V_{cs} = \Sigma \rho_i \times S_i \times \{ (\Sigma X^* / N - X_g) \sin \psi \cos \theta + (\Sigma Y^* / N - Y_g) \sin \psi \sin \theta + (\Sigma Z^* / N - Z_g) \cos \psi \}$$

$$V_{cb} = \Sigma \{ (\Sigma X^* / N - X_g) a_g + (\Sigma Y^* / N - Y_g) b_g + (\Sigma Z^* / N - Z_g) c_g \} / 2$$

V_b は盛土量の総和を表す ($V_b = V_{bs} + V_{bb}$)

V_{bs} はスーパーブロックスケールのポリゴンの切土量の総和を表す

V_{bb} は境界部分のポリゴンの切土量の総和を表す

$$V_{bs} = \Sigma \rho_i \times S_i \times \{ (X_g - \Sigma X^* / N) \sin \psi \cos \theta + (Y_g - \Sigma Y^* / N) \sin \psi \sin \theta + (Z_g - \Sigma Z^* / N) \cos \psi \}$$

$$V_{bb} = \Sigma \{ (X_g - \Sigma X^* / N) a_g + (Y_g - \Sigma Y^* / N) b_g + (Z_g - \Sigma Z^* / N) c_g \} / 2$$

ただし

S_i : ポリゴンの面積, ρ_i : 縮小率,

ψ_i, θ_i : スーパーブロックスケールのポリゴンの勾配, 方向

(a_g, b_g, c_g) : 境界部分のポリゴンの法線ベクトル

(X_g, Y_g, Z_g) : 境界部分のポリゴン(三角形)の頂点座標

(X^*, Y^*, Z^*) : 各ポリゴン上に含まれるメッシュ点座標

N : 各ポリゴン上に含まれるメッシュ点座標の数

勾配制約

$$0 \leq \psi_i \leq C_i$$

C_i は計画者が与えるパラメータ

段差の制約

$$-C^* \leq Z_3 - Z_1 \leq C^*$$

$$-C^* \leq Z_2 - Z_1 \leq C^*$$

C^* は計画者が与えるパラメータ

Z_3, Z_2, Z_1 : 境界部分のポリゴンの頂点のZ座標

図-2 計画地形設計モデルの定式化

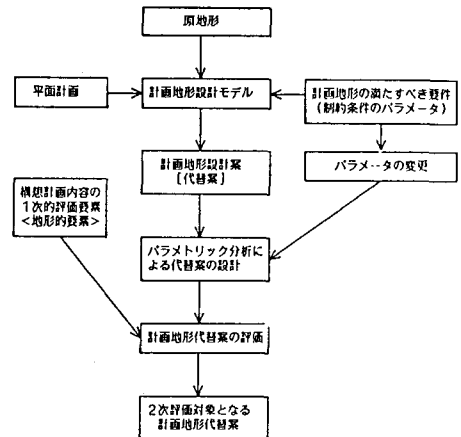


図-3 計画地形設計モデルを中心とする対話形システムの基本構成