

立命館大学理工学部	正会員	春名 攻
立命館大学総合理工学研究機構	正会員	滑川 達
立命館大学大学院	学生員	大村健太
立命館大学大学院	学生員	高 智愛
立命館大学理工学部	学生員	○智原正志

1. はじめに

近年、居住地開発事業に対する住民のニーズは多様化・複雑化の傾向が著しい。一方、事業者は住民側の様々な要求に応えることに加え、採算性を確保するための事業効率性の追求が重要な課題である。そのため、事業構想段階においても、高度な要求を満たす構想計画案策定のために、膨大な情報や検討項目を迅速に処理し、構想計画案策定を高度に支援する方法論開発が従来にも増して重要となってきた。

そこで、本研究では、従来から構想計画案策定作業において、作業量の増大等で問題となっていた計画地形設計作業に着目し、自動車等のデザインに用いられている NURBS 曲面を地形表現に用いた計画地形設計モデルの構築を行った。そこでは、線形数値計画モデルによって、迅速に計画地形代替案の設計を行い、OpenGL を用いて、計画地形の視覚的な出力を可能にしている。これにより、総合的な計画検討が可能で、より実行性の高い計画地形設計モデルの開発を目指した。

2. 本研究における計画地形設計モデル

本研究では、図 1 に示すように計画地形設計作業を地形のモデル化の段階・計画地形設計処理の段階・造成費算定の段階の 3 つに分けて捉え、計画地形の実現可能性を先取的に検討するためその中心となる土工量に着目し、粗造成レベルでの概算を行った。そして、勾配の制約をパラメータとし、概略造成費の算定を行っている。

計画地形設計処理においては、計画地形高を計画変数とし、土工量バランスや、造成面高低差を制約条件として総土工量最小化を目的とする地形設計モデルの定式化を行っている。その後、造成費算定においては、

地形設計の結果に基づき、総移動量を最小化する土量配分計画問題として定式化された土量配分モデルによって概略造成費の積算を行っている。

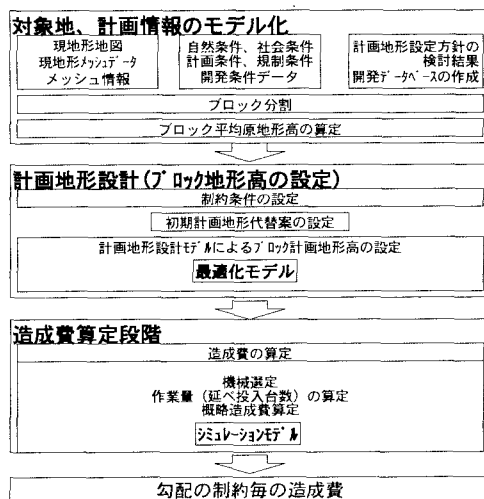


図 1 計画地形設計モデルの概略フロー図

定式化の内容については紙面の都合上、発表時に示すこととする。

3. NURBS 曲面による地形データの取得

従来の地形メッシュデータの入力という膨大な作業量を低減するために、本研究では、NURBS 曲面補間により、ラフな地形データから詳細なメッシュデータを得る事を可能にしている。そこで、本研究において採用した NURBS 曲面式を以下に示す。

$$S(u, v) = \frac{\sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^m N_{i,j}(u) M_{i,j}(v) w_{i,j} P_{i,j}}{\sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^m N_{i,j}(u) M_{i,j}(v) w_{i,j}}$$

上式における S は、NURBS 曲面パラメータ u, v における 3 次元座標であり、地形における求めたい点の座標にあたる。 N_{ij}, M_{ij} は共に NURBS の基底関数と呼ばれるもので、ドバア・コックスの漸化式によって計算する。

また、 ω_{ij} は、ウェイトと呼ばれるもので、引力係数のように働くが、本研究では定数としている。そして、 P_{ij} は NURBS 曲面を構成している制御点の座標である。NURBS 曲面とは、B-スプラインの拡張された形であるため、本研究においては、B-スプラインの制御点の算出に順じて NURBS 曲面の制御点を算出し、その座標を上式に代入して任意のパラメータ u, v における地形の 3 次元座標を取得している。

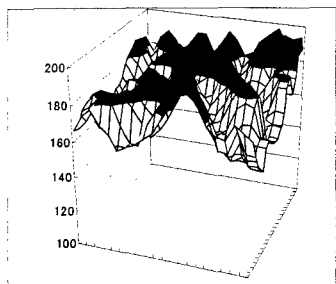


図2 20m メッシュの例題地形

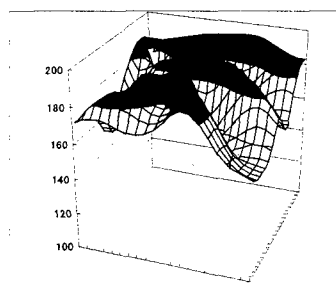


図3 NURBS 曲面による例題地形

図2には 20m メッシュで取った例題地形、図3にはラフな扇形メッシュから 20m メッシュデータを取得した例題地形を等高線表示によって示した。両者の 400m 四方という区域における体積誤差は、約 6 万 m^3 であり、図2の 20m メッシュによる例題地形を一つの物体として考えたときの体積を基準とすると精度は約 500 分の 1 である。

4. モデル適用の実証的検証

本研究においては、開発したモデルの有用性を検証するために滋賀県大津市伊香立地区琵琶湖サイエンスパーク建設予定地に開発モデルを適用する実証的検証を行っている。各種の図によってその結果の一部を示す。図4は、原地形の NURBS 補間曲面を OpenGL によってグラフィック表示

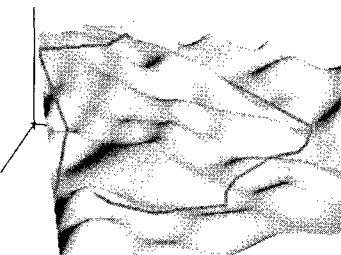


図4 グラフィック表示された原地形

したものである。

図5は、ブロック間の勾配制約を 2% に設定したときの計画地形である。地表の凹凸が整地され、居住有効面積が確保されていることが原地形との比較でわかる。

図6は、開発面積内の居住有効面積の分布と南向き勾配を持っている地点の分布を示したものである。

この他にも、本研究では勾配制約を 0%~8% まで 2% 間隔で五つの計画地形代替案を作成しており、それぞれに、概略的な土工量と造成費を算出しているが紙面の都合上割愛する。

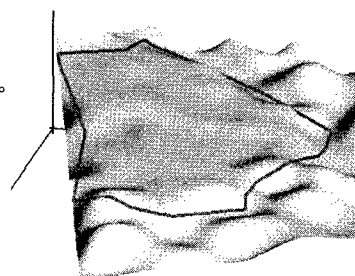


図5 勾配制約 2% の計画地形

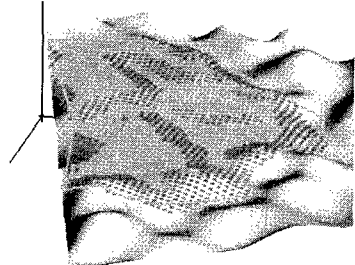


図6 勾配制約 2% の平面・南面分布図

5. おわりに

本研究において採用した NURBS 曲面による地形データ取得および地形表示により、計画地形設計作業における原地形数量化の作業量を軽減し、原地形と計画地形の視覚的出力を地形設計と一体化した形で得ることが可能となった。今後はケーススタディを重ね、精度の高い NURBS 曲面のパラメータメッシュ設定方法を確立させるとともに、開発システムのツールとしての操作性、汎用性の向上を進めていくことが必要である。

参考文献

1. 山崎義子：ノンユニフォーム有理 B-スプライン曲面表示による衣服および人体形状モデリング、立命館大学大学院修士論文、1997,3.
2. 玉井大吾：大規模土地開発プロジェクトの合理的実施のための計画 CAD システム構築に関する方法論的研究、立命館大学大学院修士論文、1998,2.
3. 三浦曜（監修）、中嶋孝行、大野敏則：CAD・CG 技術者のための NURBS 早分かり—Non-Uniform Rational B-Spline—、(株)工業調査会、1994,4.
4. 市田浩三、吉本富士市：スプライン関数とその応用、教育出版株式会社、1979,6.