

Ⅱ-6 大規模土砂採取工事をともなう土地開発プロジェクトにおける 地形設計のためのシステム・デザイン

立命館大学理工学部 正 員 春名 攻
立命館大学大学院 学生員 ○寺田 岳彦
立命館大学大学院 学生員 玉井 大吾

1. はじめに

我が国は、四面を海に囲まれ屈曲に富む長大な海岸線を有するという地形的特性を有していることから、古くからこの地形特性を生かして地理的に有利な位置の埋め立て工事が盛んにおこなわれてきた。さらに、近年においては、臨海部の高度な土地利用を目的として、大規模な埋立地造成プロジェクトが数多く計画・実施されている。関西におけるその代表例としては、神戸ポートアイランド建設事業や六甲アイランド建設事業、さらに、最近おこなわれた関西国際空港建設事業などがあげられるが、これらの埋立地造成プロジェクトの規模は、大規模化・大型化の傾向を強めている。そして、このような大規模な臨海部埋立地造成工事の要請は、今後一層強くなるものと考えられる。

これに伴い、埋立本体工事に付随する土砂採取工事に関しても、大規模化の傾向を有している。この土砂採取工事は、埋立本体工事の周辺地域に存在する山間部における、埋立に必要な土量の掘削から、積み込み・棧橋への土砂搬出までの過程をいう。したがって、土砂採取のみに着目し、その計画案の策定をおこなうと、跡地利用不可能な計画となる場合が存在する。

本研究においては、今後拡大する傾向にある大規模埋立地造成工事における土砂採取工事に着目し、研究をおこなうこととした。すなわち、企画・構想段階において、跡地利用を先取的に考慮した効果的な土砂採取工事施工計画案を策定するための方法論の構築をめざし、本論文においてはその中でも特に、地形設計作業（図-1参照）に着目して研究をおこなったものである。

2. 土砂採取工事をともなう地形設計作業の特性に関する考察

(1) 地形設計作業の位置づけ

本研究グループでは、まず、土砂採取工事施工計画案の策定において、最適計画地形代替案の選定プロセスを図-1に示すように設定した。すなわち、土砂採取候補地としてあげられた市町村に関して、まず、区域選定作業により対象市町村における土砂採取可能区域の絞り込みをおこない、さらに、採取可能土量と仕事量による検討から、土砂採取区域の選定をおこなう。つぎに、本論文において後述する計画地形設計作業により、前作業によって選定された区域に関して、計画地形代替案の作成をおこなう。さらに、投入機械費用算定作業をおこなうことにより、概略工事費を算出し、これにアクセス路建設費用を含めた土地単価を用いることで代替案の評価をおこない、最適計画地形代替案の選定をおこなうものである。

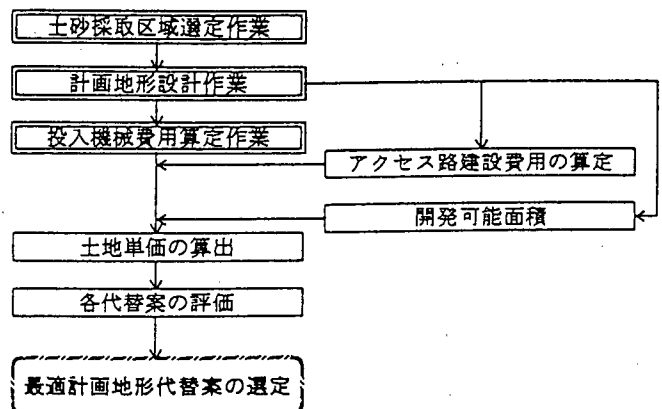


図-1 最適計画地形代替案の選定プロセス

(2) 地形設計作業の特性

本研究グループではこれまで、一般的な山間部大規模土地開発を対象に、その計画策定プロセスを整理し、地形的特徴が計画策定に対して大きな影響を与えるものとして、土地造成工事を先取的に検討した地形設計作業に関して研究を進めてきた。そこでここでは、一般的な大規模土地造成工事と大規模土砂採取工事の計画地形設計プロセスにおける違いを述べるとともに、土砂採取工事の特性に関して考察をおこなうこととする。

一般的な土地造成工事においては、この段階までにある程度の土地利用計画案の策定をおこなっているため、必要開発面積が与件として存在する。さらに、本研究グループでは、土工量が施工費用に大きく影響すると仮定しているため、開発面積を確保し、かつ、土工量が少なくなるような、計画地形設計案の作成システムを構築した。また、その中で、最も重要な条件としては、切土量と盛土量のバランスに関するものが存在し、出来る限りこのバランスを良くする、すなわち、切土量が盛土量とイコールに近い状態であることを目標関数の一部としていることが特徴である。これにより、造成可能であるか否かを判断するとともに、土捨て量や、また、他からの必要土量により開発可能であるか否かを判断することとなる。

土砂採取工事に関しては、採取土量の確保というものが大前提として存在するため、これが、必要十分条件として存在することとなる。さらに、一般的な土地造成工事とは異なり、切土量と盛土量のバランスというものが存在せず、主に、切土量のみで構成される計画地形設計と成り得る。すなわち、土砂採取にウェイトをおいた開発であるため、その採取土量を確保することが必要であり、そのため、切土地域がほとんど、または、全てを占める状態となる開発に成り得る。これは、

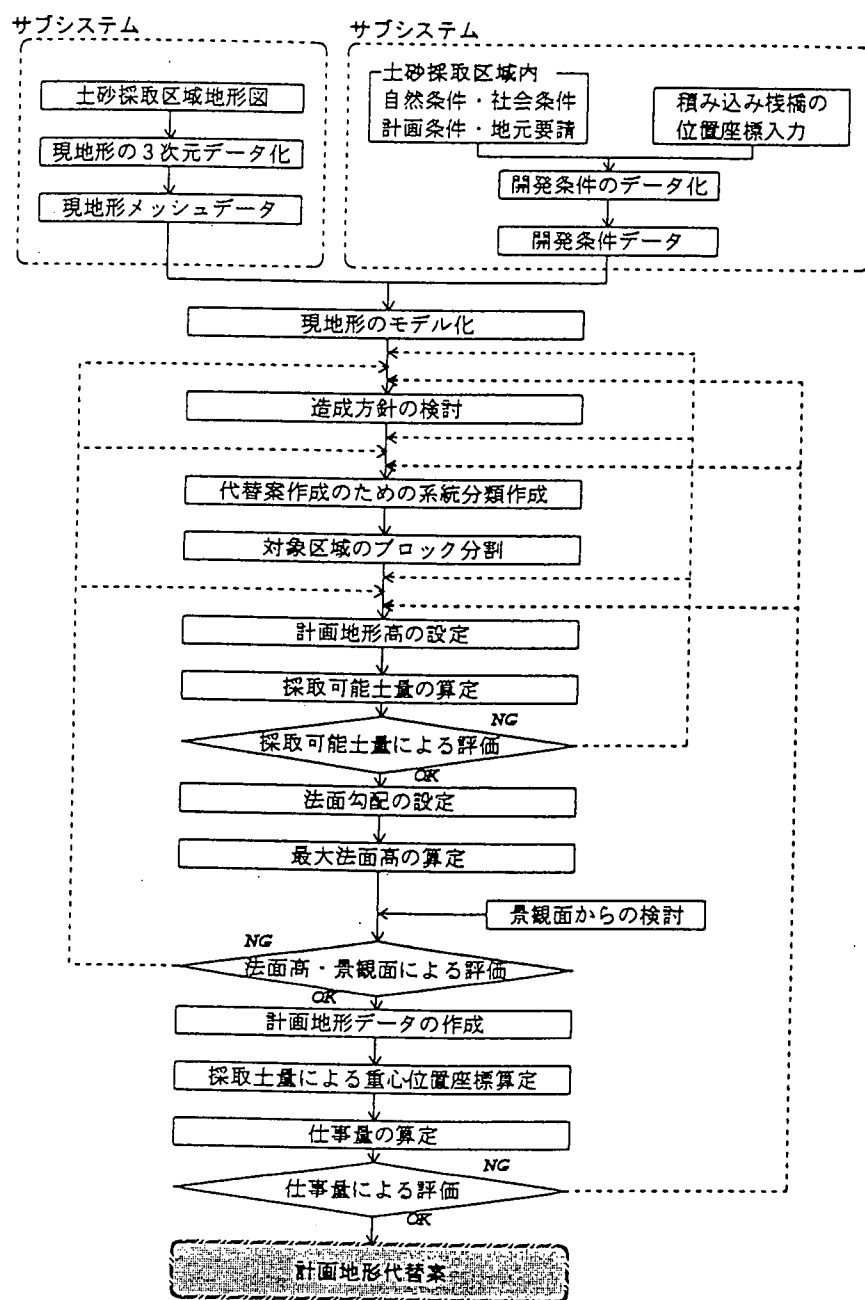


図-2 計画地形設計作業のプロセスフロー

地形設計作業に関しては、土砂採取事業の特徴的な部分と考えられる。

3. 地形設計作業のためのシステムデザイン

本研究では、計画地形設計作業のプロセスを前頁図-2のように作成した。すなわち、まず、現地形のメッシュデータ作成サブシステムおよび制約条件データ作成サブシステムにより、土砂採取区域および積み込み桟橋の位置を含む地区内においてメッシュデータの作成をおこなう。本作業においては、対象地域が決定しているため、上位計画等により、対象市町村内におけるその地域の導入機能が、ある程度決定できる場合が存在するため、それに関する計画条件に関しても、データベースとして入力する必要があると考える。

これらサブシステムにおいて作成したデータベースを用いて、現地形のモデル化をおこなう。このとき、現地形高に関するデータにおいては、本研究グループがこれまでに開発した4点平均メッシュ法を用いたメッシュデータ化をおこなうこととした(図-3参照)。

さらに、造成方針の検討においては、保安林の転地の有無、環境アセスメントに関する点から生

じる可能性がある既開発地域との間に確保する緩衝緑地帯の有無、対象地区と周辺地域における既開発地域における計画地形高の整合性に関する問題、さらに、土砂採取跡地の地形形状に関する条件等を検討し、それら諸条件をまとめることにより、代替案作成のための系統分類をおこなうこととする。系統分類例を図-4に示す。そして、これら各系統分類ごとに地形設計をおこなうことにより、代替案の作成とすることとした。

まず、対象区域においてブロック分割をおこなう。これは、その地形形状によって、盛土部分が存在する場合や計画地形高に難壇のようなステップを付ける場合が存在するため、それらに関する作業の効率性を確保するためにおこなう。したがって、系統分類によっては、盛土部分が存在せず、さらに、難壇も付けない計画地形形状、すなわち、切土部分のみであり、さらに、計画地形高が一定で一平面となる土砂採取跡地形形状が存在するときは、開発可能面積となり得る部分と法面となり得る部分との境界を設定するのみであり、ブロック分割をおこなう必要はないと考える。ここで、盛土部分が存在する場合は、その盛土部分の周辺に存在する切土部分に関して、盛土量に相当する土量の確保が可能な切土部分を1ブロックと設定し、その切土ブロックから盛土ブロックへ土砂運搬をおこなうこととする。

つぎに、計画地形高を入力し、その計画地形高から採取可能土量の算定をおこなう。計画地形高の違いにより、採取土砂量の確保が不可能な場合が存在するため、必要採取土量の確保が可能となるまで、繰り返し計画地形高の入力をおこなう。

その後、法面勾配を入力し、最大法面高の算定をおこない、さらに、法面高による実現可能性の検討をおこなう。また、景観面からの検討をおこなうために、市販の造成計画支援システムを用いて、様々な角度からの景観をアウトプットとして出力し、それを用いて景観面からの検討をすることで評価をおこなう。

これらをクリアした計画地形設計代替案に関して、計画地形高のデータベース化をおこない、こ

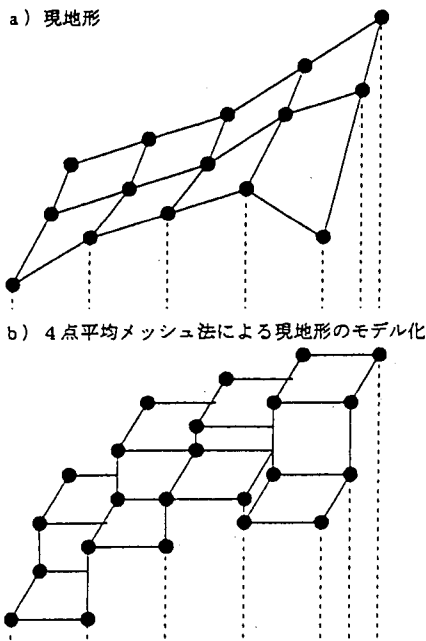


図-3 4点平均メッシュ法のイメージ図

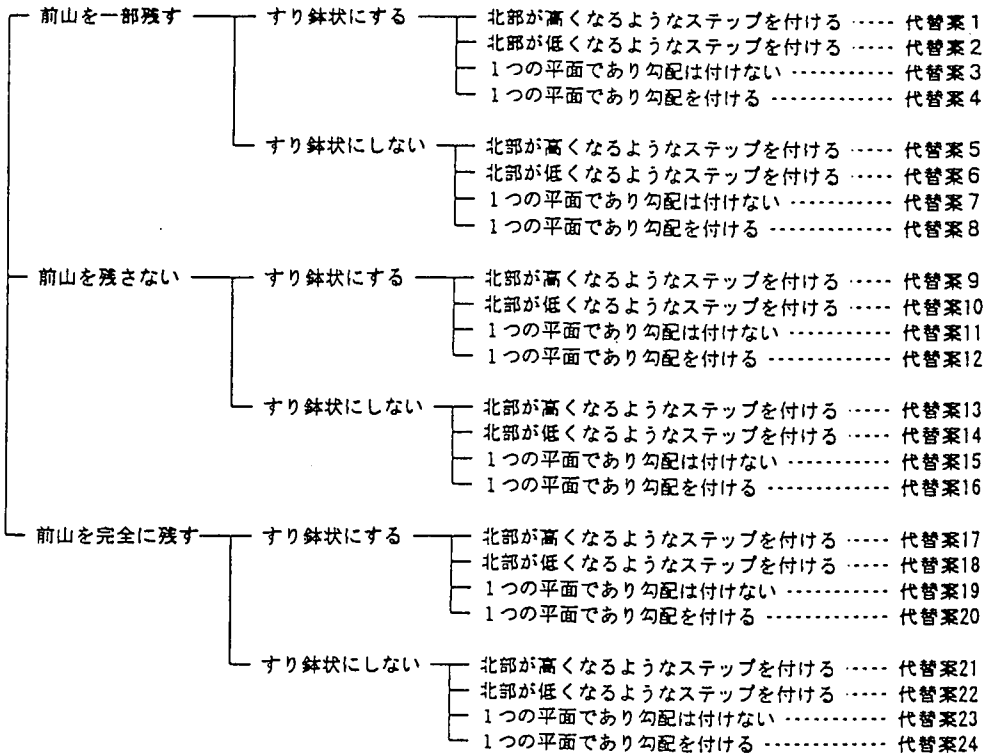


図-4 系統分類例

本研究では、今後増加し拡大する傾向にある大規模埋立地造成工事における土砂採取工事に着目し、企画・構想段階において跡地利用を先取り的に検討した計画地形設計の方法論を構築したと考えている。本論文上においては、紙面の都合上、実証的検討を示すことが不可能であ

れを用いて仕事量の算定をおこなう。すなわち、

$$W = \sum_{i=1}^{li} \sum_{k=1}^{lik} [(Z_{MOik} - Z_{MOik})^2 + (X_i - X_k)^2 + (Y_i - Y_k)^2]$$

ただし、

- W : 仕事量
- li : 開発対象区域ブロックの総数
(ただし、盛土のための切土ブロックは除く)
- lik : 開発対象区域ブロック i のメッシュ総数
- Z_{MOik} : メッシュ k の現地形高
- Z_{MOik} : メッシュ k の計画地形高
- X_i : 積み込み棧橋の X 座標
- Y_i : 積み込み棧橋の Y 座標
- X_k : メッシュ k の X 座標
- Y_k : メッシュ k の Y 座標

を用いて、仕事量の算定をおこなう。さらに、算定した仕事量から評価をおこなう。

4. おわりに

ったが、これに関しては、発表時にこれら方法論の説明をおこなうとともに、それに沿ったかたちで実証的検討をおこなったものを示すことで、本論文の成果および今後の検討課題等を述べることにする。

【参考文献】

- 1) 吉川和広：土木計画とOR，丸善，1969年
- 2) 江尻良：大規模埋立工事の工事計画策定のための基礎的研究，京都大学修士論文，1982年2月
- 3) 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，立命館大学修士論文，1996年2月
- 4) 社団法人日本海洋開発建設協会：関西国際空港土砂採取・輸送・埋立法調査 施工計画概要，1981年8月
- 5) 大阪府阪南整備事務所：阪南丘陵土砂採取事業 技術情報レポート 概要集，1994年6月