

シミュレーションモデルを用いたアースデザイン に関する研究 (第六報)

A Study on the Earth Design by using Simulation Model

村井俊治*・大林成行*

Shunji MURAI and Shigeyuki OHBAYASHI

まえがき

第五報までにシミュレーションモデルを用いて地形を平滑に造成する手法について論じてきた。これらはいずれも造成計画高を求める問題であった。しかし、大規模土地造成問題では、計画高を求める問題と同じ程度に運土計画の重要性が増している。すなわち、土をいかに能率的に動かすかが設計、施工を最適化する上で不可欠な問題となっている。

これまででも、運土計画についての研究が数多く行われてきた。たとえば、線形計画法による運土計画はきわめて有効な手法であるが、解を得るための時間や占有コア数が大きいためかならずしも実用的に満足の数ではなかった。

運土計画を立案する場合には、単にどこかの土をどこに運ぶかをきめる以外につきのようなことを考慮に入れなければならない。

(1) 運土施工法に対応した運土計画

たとえば、パワーショベルなどでカットした土をダンプトラックで運ぶ方法をとるか、山の上にブルドーザーを上げて少しづつ削り取っていくか、それらの組み合わせをとるかなど施工方法と運土計画が対応する必要がある。

(2) 設計変更に対応できる運土計画

たとえば、土工換算係数の実際値が設計値と異なる場合、造成計画高を変更して土工量のバランスをはからなければならない。このような設計変更に対して、多段階的に運土計画が対応する必要がある。

(3) 有機的表土を保全する運土計画

植物育成上価値のある表土の有機質土を下にし、深いところにある無機質土を上にしたような運土計画を作るとはゴルフ場や宅地造成などでは是非とも必要である。

ここでは、第五報までに紹介した平滑化のための数学モデルによって得られる造成計画モデルに、上記の(1)と

(2)の問題の解決を主目的として運土計画のシミュレーションモデルを作成した。すなわち、まず最初にある地形モデルが平滑化された造成計画モデルに変形される場合に最大限に重力を利用する運土計画の手法を開発した。

つぎに、第五報の平滑化プログラムを用いて平均土工高を微少に増加させてつくられた造成計画モデルの間で上記の運土計画の手法を多段階的に利用する。こうして所望の平滑化された最終の造成モデルに変形するための

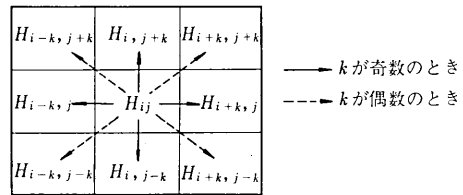


図1 第k段階の運土の距離と方向

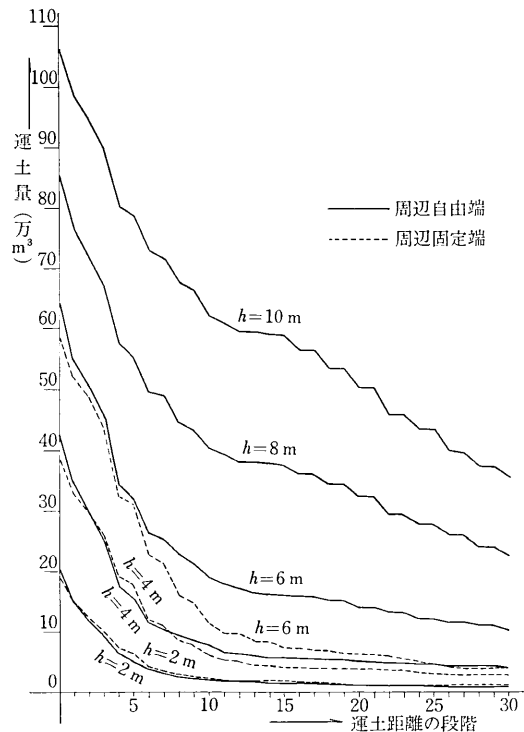


図2 運土量曲線 (その1)

* 東京大学生産技術研究所 第5部

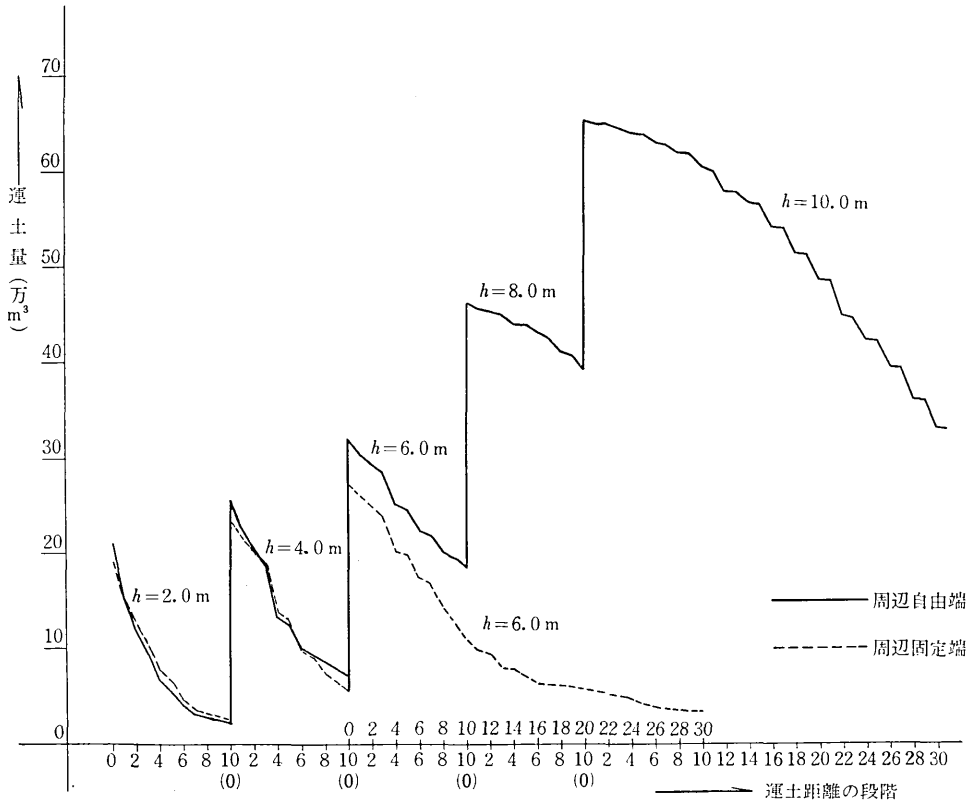


図 4 運土量曲線 (その 2)

増加させていく、ここで、点 (i, j) から第 k 段階の距離にある 4 点とはつきに示すとおりである。(図 1 参照)

k が奇数のとき $(i-k, j), (i, j+k), (i+k, j), (i, j-k)$

k が偶数のとき $(i-k, j+k), (i+k, j+k), (i+k, j-k), (i-k, j-k)$

このアルゴリズムからもわかるように、重力を最大限に利用する運土計画では、運土距離の近い方から順番に段階的かつ選択的な運土距離および運土方向を想定し、この段階の中で最急下り勾配方向に運土を行う。

2. 運土計画のシミュレーション

上記の手法にもとづいて宅地造成に伴う運土計画のシミュレーションを行った例を紹介しよう。

第 5 報で求められたつぎの 8 つの宅地造成計画モデルを運土計画シミュレーションのモデルに用いた。

周辺自由端：標準土工高 2.0 m, 4.0 m, 6.0 m, 8.0 m, 10.0 m

周辺固定端：標準土工高 2.0 m, 4.0 m, 6.0 m

このとき、つきに示す 2 種類の運土計画シミュレーションを行った。

(1) 原地盤と各々の造成計画モデルの間で 1. に示した運土計画の手法を用いる。図 2 はそれぞれのモデルに第 30 段階までの運土を行った場合にどのくらいの運土量があるかを示した図である。残土量があるのは第 30 段階以上の運土距離を必要とする運土がのこされていることを示している。図 3 は標準土工高 6.0 m で周辺自由端の造成計画モデルにおける第 1 段階の運土の方向と運土量および各点における切土、盛土の状況を示した図である。

(2) 原地盤をある造成計画モデルに変形する場合、その中間の変形モデルに段階的に運土計画の手法をあてはめる。たとえば、標準土工高 10.0 m の造成する場合、まず最初に標準土工高 2.0 m の造成モデルに対して運土計画を行った後、つきに、2.0 m の造成モデルを原地盤のようにとりあつかい、さらに、4.0 m の標準土工高の造成モデルに対して運土計画を行うというようにつぎつぎと段階的に運土計画を行う。図 4 は各々の運土計画モデルで第 10 段階の距離まで行ったときの運土量を表わしている。

3. 運土計画におけるインターアクティブシステム

運土施工段階では、運土搬出路、土工機械、土質、土

研究速報

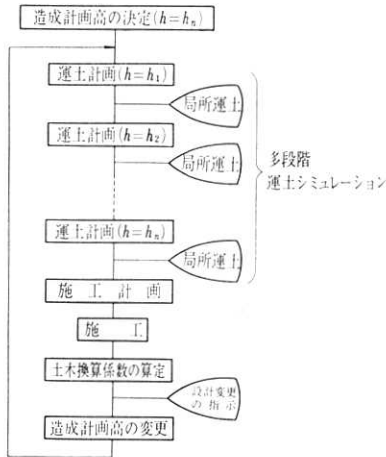


図5 運土計画におけるインタラクティブシステム

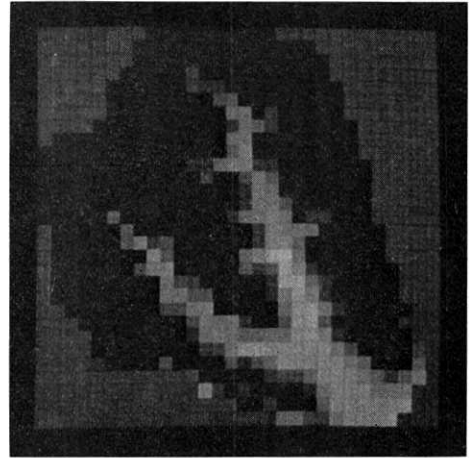


図6 カラーディスプレイされた原地形の等高色図

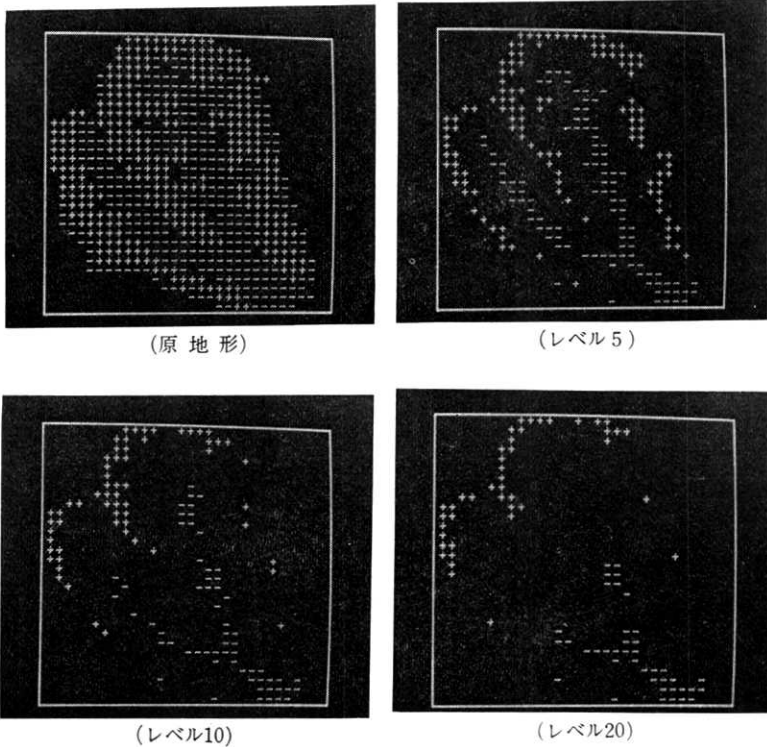


図7 運土処理図 (+印は切土部, -印は盛土部, 空白部は運土が完了した場所である)

工換算係数などのために、局部的に運土計画の変更をすることが多い。この場合、技術者の高度な経験的判断と土工の数量的収支計画とがともに必要となる。このような問題を解決するために、ここではグラフィック・ディスプレイ装置を用いて、視覚判断と運土計画とをインタラクティブにコミュニケーションさせることを考えた。この技術は前記の運土計画の手法に対してもつぎの点できわめて有効である。

(1) 運土量、運土方向を視覚的にとらえることができ

る。

(2) もとの地形が最終的な形に変形されるまでの過程を見ることができる。

(3) 局所的に1部の土を他の場所に移動させることができる。

運土計画におけるインタラクティブシステムの概念図を示すと図5のようになる。図6は東京大学生産技術研究所にある FACOM 270-30 に直結された FACOM 6232 A グラフィックディスプレイ装置を用いてカラーデ

ィスプレイさせた原地形の等高色図である。図7は、もとの地形が運土処理されていく過程をプラスとマイナスの記号でディスプレイしたものである。

このディスプレイ装置は、点と線の情報出力機能を有しているが、著者らはリフレッシュのスクラン制御と撮影カノラのフィルターの選択を組み合わせることにより面のカラー情報に直すソフトウェアを開発した。

4. 運土計画シミュレーションの利点

以下にいままでのべてきた運土計画シミュレーションの利点をまとめてみよう。

(1) 造成計画、運土計画および施工を段階的にフィードバックしあい、よりよい土地造成を迅速に体系的に行うことが可能になる。施工途上での造成計画高の変

更、運土計画の変更が容易に行える。

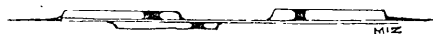
(2) 重力を最大限に利用した運土が可能となる。

(3) 多段階的な運土計画シミュレーションが可能となる。

(4) グラフィックディスプレイ装置を利用することによって、マンマシン・コミュニケーションによる運土計画が可能となる。

今後、解決すべき問題には、(1)土工機械および造成施工方法に対応した運土計画の最適化、(2)有機質表土を保全する合理的な運土方法の開発、(3)もとの地形の現況高と造成計画高とが等しいところ、すなわち非造成地の現存植生を保全するような運土施工手法の確立、などがある。

(1973年5月15日受理)



次 号 予 告 (9月号)

研究解説

梁理論の精密化に関する二、三の試み(その3).....	川 井 忠 彦 藤 谷 義 信
——Saint Venant の振り(続)——	
OTF 測定の数値化.....	小 瀬 輝 次 武 田 光 夫
金属—金属固溶体における格子内高速拡散について.....	西 川 精 一 楠 川 克 之
物質移動の基本式.....	野 崎 弘

研究速報

イソジベンゾアントロニルのブrom化およびクロル化.....	後 藤 信 行 季 章 鑄
ロールフォーミングに関する実験的研究 第16報.....	鈴 木 弘 学 新 三 内 谷 賢 明 三 浦 史
——V形断面の曲げ部およびその近傍の肉べりについて——	
大きな金属単結晶のX線トポグラフィ 第2報.....	高 片 正 植 一 岡 色 邦 朗 一 田 邦 文
多結晶変形における格子転位と粒界転位の反応.....	石 田 洋 一
還元鉄鉱石の Si と SiO ₂ の分離定量法.....	中 村 成 子 館 村 充

研究室紹介

佐藤研究室.....	佐 藤 壽 芳
------------	---------