

IV - 83

山間部大規模土地開発における運土計画システムの開発研究

立命館大学理工学部 正 員 春名 攻
 大阪市 正 員 堀 元治
 立命館大学大学院 学生員 ○迫間幸昌

1. はじめに

近年、都市部やその周辺では都市機能の集中により人口過密、住宅不足などの問題が大きなものとなっている。そこで、丘陵部におけるニュータウン開発や地方都市の活性化を目指した地方空港の建設など新規都市開発事業は、都市部から都市部周辺の山間部へと移行してきている。

本研究においては、大規模造成工事の中心である土工事に着目して、山間部の地形にも対応が可能な土量配分計画と土質条件や地形条件、さらには施工機械の施工性の確保が必要な仮設道路の設定が可能な運土計画のシステム化の研究を行った。

2. 運土計画モデルの開発に関する考察

山間部においては、土工量の増加などにもないダンプトラックの使用が多くなってきている。タイヤ系重機は勾配やルートの施工効率にあたる影響が大きいため、走行路の確保が重要視されるようになってきた。機械の施工性を考慮すると地形形状に応じたルートの設定方法が重要となってくる。しかし、計画段階ではこれらの把握が困難であることから、施工段階で順次、走行路の設定を行っているのが現状である。

そこで本研究においては、地形の形状による機械の施工効率、及び、地形変化にともなう施工条件な

どを土量配分計画と運土計画との2段階で検討を行うこととした。さらに、コンピュータ・グラフィックスを活用して施工空間の明確な表示を行い計画者の意思決定情報とした。

（1）施工性を考慮した土量配分計画

山間部の土工事に従来の仕事量最小化を適用すると高さ方向の検討が不足する。つまり、地形的変化を捉えた施工性に関する検討が不足することになる。

そのため本研究では、仮想の土量配分において上り勾配では施工効率が低下し、下り勾配では施工効率が向上するといった機械の施工性にも着目して定式化を行った。また、対象地域を山・谷単位で分割したブロック間の重心間を運土距離とするが、ブロック間に工事対象外の山、谷あるいは池などがある場合には迂回させてルートを設定することで、より実務レベルでの検討に近づけている。

（2）運土計画システムの開発

山間部の大規模土工事では急峻・複雑な地形、時間軸による地形変化を把握して運土ブロックの施工順序や運土ルートの設定する必要がある。

そこで本研究では、まず、地形形状の変化を把握するために運土ブロックの順序の設定を行うこととした。その施工順序の設定については、山を切り崩すことで地形の形状等が変化するため、切土ブロックをブロック内の土質を考慮して高さ方向に層分割を行い設定をした。例えば、図-1から図-2のよ

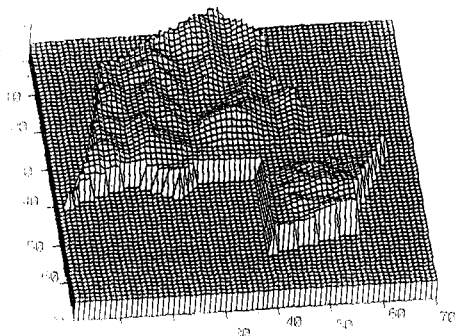


図-1 工事前の原地形の形状

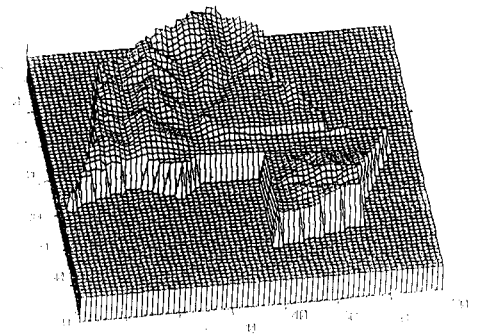


図-2 工事途中の地形形状の変化

うな地形の変化をコンピュータ上で把握したのち、運土ルートの設定を行うこととした。このように設定された運土ルートの距離と勾配を総仕事量という観点から評価することとした。

3. 概略工程計画策定の概要

以上の考察をもとに本研究では、図-3に示すような工程計画作成プロセスをデザインした。

(1) ステージ1：対象地形のモデル化

ここでは、土質別の土工量の算定と施工ブロックの分割を中心とした検討を行う。土工量の算定にあたってはメッシュ法を用いて土工量を算出するものとする。対象地形をモデル化することによって対象地域の切土地域と盛土地域を原地形の地形形状を考慮し、切土地域については山ごとに盛土地域については谷ごとに造成ブロック分割する。なお、各ブロックの土工量は土質別に算出する。

(2) ステージ2：仮想の土量配分の策定

このステージでは、運土計画策定のための情報として概略の土量配分を行う。まず、ステージ1で算出した土工量及び土質条件から土量体積変化率を算出する。ついで、各ブロックの重心の算出を行い、その重心からブロック間の2点間の距離と平均勾配を算出する。また、迂回路の設定が必要な場合にはここで設定し、その距離と平均勾配を算出する。これらを線形計画法により土量配分を求め、土のマクロな動きを見ることとしている。

(3) ステージ3：運土計画の策定

ここでは、ステージ2で求められた概略の土量配分をもとに、ブロックの施工順序、運土ルートの設定を行い、それら进行评估することで運土計画を策定することとしている。施工順序の設定については、ステージ1で分割したブロックをさらに層で分割を行い、それについて順序を設定することとした。その順序による地形の形状の変化と投入機械の機種を考慮に入れて運土ルートの設定を行うこととした。さらに、その運土ルートの距離と勾配から仮想の土量配分で用いた目的関数に再度入力することで運土計画案を評価することとした。

(4) ステージ4：機械計画の策定

ステージ3で策定された運土計画案に対して、ここでは、地形の形状の変化による施工条件を考慮し

て投入機械の台数・チーム数の設定を行う。

(5) ステージ5：工程計画案の策定

ステージ4で策定された計画案に対してスケジュール計算を行い、工程表、資源山積図の出力を行う。

(6) ステージ6：検討・評価

ここでは、ステージ5で取りまとめた工程表、および資源山積み図の評価・検討を行い代替案の策定を行う。スケジュール計算の計算結果が工期を満足しない場合等には運土段階に戻り、投入チーム数・投入機械台数の変更を行う。

さらに本研究では、この工程計画策定プロセスを施工管理段階にも対応することを前提にしている。そこで、管理段階における設計変更や工期の遅れ等の計画の変更が必要な場合のフィードバックについても検討を加えている。

4. おわりに

本研究では、大規模土工の運土計画策定に対して、一貫性や整合性を図れることを目的とした支援情報システムの開発研究を行った。そして、コンピュータを活用し計画段階で運土による地形形状の変化の把握が可能な運土計画モデルの開発によって、時間軸での施工条件に対する検討を可能にした。

今後の課題として、運土ブロックの施工順序、運土ルートをより効率的に設定する方法、さらに仮設道路の整備に関して検討を加える必要があると考え、今後、これらの検討をシステム論的に整理を行い、さらなるシステムの向上を図りたいと考える。

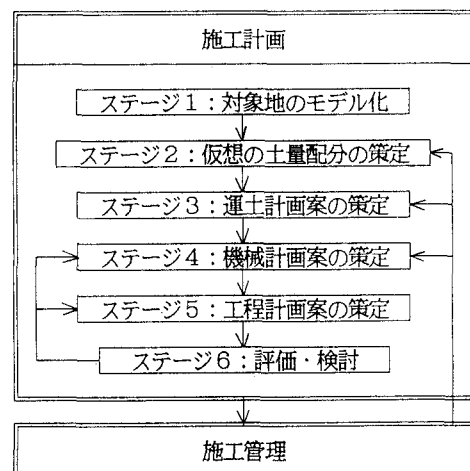


図-3 概略工程計画策定プロセス