

IV-103 大規模土工事における運土計画策定方法のCAD化のための実験モデルの開発研究

立命館大学 正員 春名 攻
立命館大学大学院 学生員 堀 元治
立命館大学大学院 学生員 O北岡 英基

1. はじめに

3次元の施工空間を持ち、時間断面で施工条件が変化するような山間部の土工事において、その中心的計画である運土計画をシステムティックに作成・検討を行うことは、非常に困難と考えられている。

そこで、本研究では、計画者が施工段階で運土計画を再検討を行うことが可能で、さらに、計画者の意思を反映することができるヒューリスティックな運土計画モデルの開発によって、このような課題へアプローチすることとした。

2. 運土計画策定のための実験モデルの開発

山間部における大規模土工事では、急峻・複雑な地形に起因して、時間軸による地形の大幅な変化及び3次元的な土質の盛土設計による制約など、平面

方向だけでなく、高さ方向に対しても、検討対象となる施工空間を有している。そのため、地形の特徴による施工に対する影響を、3次元的な空間を考慮しつつ、十分な検討を行なって、運土計画を立案していく必要がある。また、山間部における造成工事では、ブロック間の直線的な運土距離、運土量のみを評価基準にした仕事量最小化では、必ずしも最適な土量配分であるとは考えにくい。さらに、近年における土工量の増加や機械の大型化による性能の向上などにもとない、タイヤ系重機の使用が多くなってきているが、一般にタイヤ系重機は、他の運土機械に比べ勾配・ルートが施工効率に与える影響が大きいと、大型のタイヤ系重機の走行路確保といった問題も円滑な施工のための要素として、重要視されるようになってきた。

このような点を考慮し、本研究では、図-1に示すような検討プロセスをデザインした。

(1) 土量配分における定式化

土量配分計画については、土の理想的配分という観点からマクロな土の動きとして土量配分計画を捉え、運土計画の段階で時間軸上での具体的検討を行い、計画化していくこととした。さらに、勾配による機械の施工性にも着目し、表-1に示すような定式化を行った。

(2) 運土実験モデルの開発

マクロ的に計画された土量配分を、概略の運土計画としてとりまとめていくためには、前述の土量配分に加えて、運土ブロックの施工順序や投入機械の設定とスケジュール計算、工程表の出力といったプロセスについても検討する必要がある。

それらの検討を行うにあたって、時間断面で変化する地形に起因して施工条件が変化する。そのため、運土機械及び運土ルートの設定については、機械の施工効率に関する検討を、各段階における地形条件を考慮して行う必要があると考えられ、その地形変

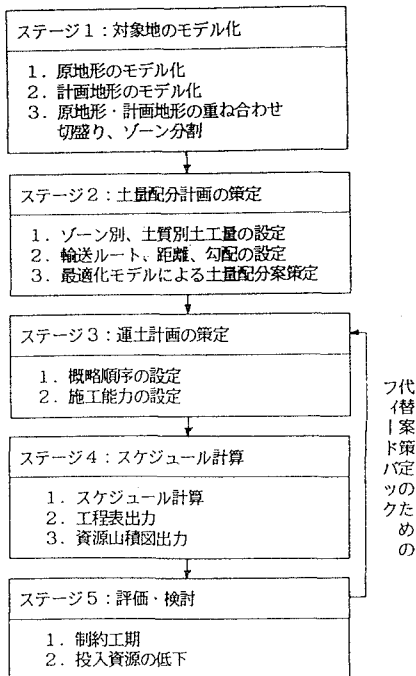


図-1 概略工程計画作成プロセス

化の把握方法が重要となってくると考えられる。

（3）コンピュータグラフィックスの適用

本研究では、先取りの地形変化の把握を可能とするため、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うこととした、これによ

表-1 土量配分モデルの定式化

○ 目的関数	
$F(x) = (1 + a \tan \theta) \times L_{ijk} \times w \times x_{ijk} \rightarrow \min$	
○ 制約条件	
・ 盛土ブロック土量	$\sum x_{ijk} = \alpha_k$
・ 切土ブロック土量	$\sum x_{ijk} = \beta_{ij} \times C_{ij}$
・ 運土量	$x_{ijk} \geq 0$
	$\sum \alpha_k = \sum \beta_{ij} \times C_{ij}$
○ 変数及び定数の定義	
a	: 勾配による施工効率係数
α_k	: kブロックの盛土量 (m ³)
β_{ij}	: iブロックのj層目の切土量 (m ³)
C_{ij}	: 締固めた土量/地山状態の土量
L_{ijk}	: 運土距離 (m)
x_{ijk}	: 運土量 (m ³)
TAN θ	: 勾配
w	: 土の単位体積重量 (kg/m ³)

り、3次元的施工空間に対して計画者が意思決定を迅速に行うことが容易な出力情報を活用した形で、図-2に示す運土計画策定プロセスをデザインした。

なお、運土計画案の策定にあたっては、工期、資源山積み図から制約工期、投入資源などの評価・検討を行い、代替案を作成することになっている。

（4）施工管理段階への適用

本研究においては、計画検討作業の迅速化と効率化を中心に検討を行ってきたが、施工段階においても、本モデルを適用した検討が有効であると考えている。すなわち、予測外の土質、資源の制約の変更など計画段階との施工条件の変化により、計画の修正を余儀なくされた場合、各計画のどの段階において修正を加えるかといった検討を、容易に行うことが可能である。さらに、実施工段階の地形をその実績データよりコンピュータ・グラフィックスで表示し、それを計画段階における予測地形との比較を行い、工事の進捗情報・機械の適合正などを迅速に確認することで、より実務レベルに近い管理システムの構築が可能であると考えられる。

3. おわりに

本研究では、大規模土工事の運土計画において、計画化の各プロセスを通し、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・グラフィックスを活用した運土実験モデルの開発によって、時間軸に沿った形での地形変化に対する検討を可能にした。

今後の課題として、運土計画における仮設道路の安定性、仮設道路の整備に関する検討、運土計画段階における土質を考慮した施工順序などの検討を加えることにより、システムの向上を図りたいと考える。

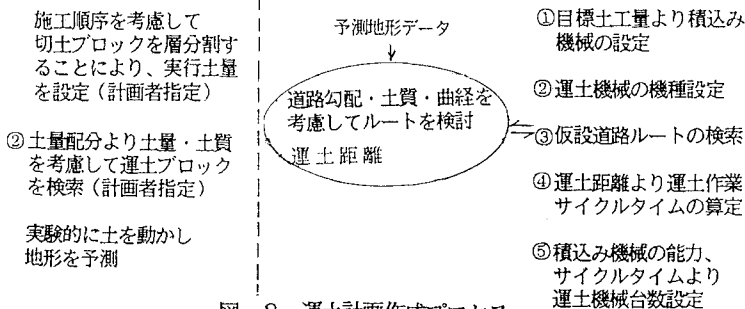
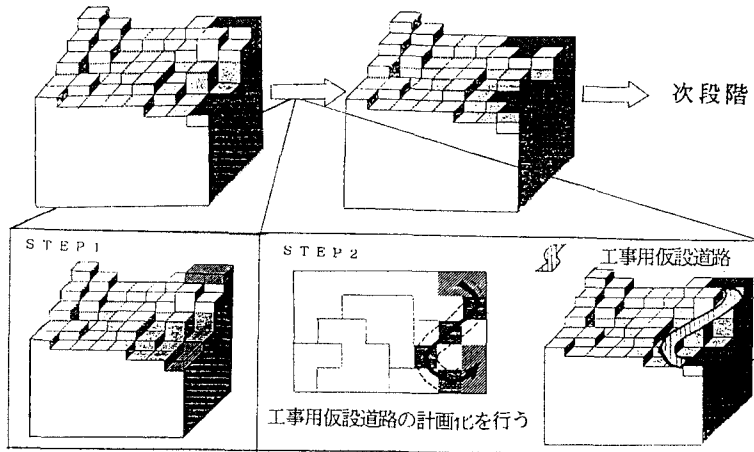


図-2 運土計画作成プロセス