

大規模運土作業計画のシステム化に関する研究

京都大学工学部 正員 吉川 和広
 京都大学工学部 正員 山本 幸司
 東洋建設 正員 長尾 正平

1. はじめに 本研究は、工事計画のシステム化の一例として、近年ますます大規模化する傾向にあり計画作成プロセスの合理化が強く望まれていながら計画要素の把握が困難なために、合理的な施工計画の作成法が確立できなかった宅地造成工事の大規模機械化土工計画のシステム化に関する一方法論を提案したものである。

2. 機械化土工計画のプロセス・フロー 本研究ではこの大規模機械化土工の設計と施工の間の計画プロセスを1つのシステムとして把握し、実行可能な計画代替案を作成することを主眼とした。そのため各計画プロセスに対して可能な限り各種のR技法(輸送問題、シミュレーション、日程計画法)を導入し、また従来人的能力(経験や勘)が必要とされていたプロセスに対しても必要な情報を極力指標化するを試みた(クラスター分析を導入)。さらに、このようにして得られたいくつかの代替案に対しては、客観的・総合的な評価・検討を加えることが可能であるとともに、必要に応じて上位のプロセスへフィードバックしうるような計画手法となるよう努力した。このような認識のもとに本研究で提案する土工計画のプロセスをとりまとめて示したのが図-1のフローチャートである。

3. 各計画プロセスの内容 計画システムへの入力では、機械系の稼働特性より計画区域全体を1辺50メートルのメッシュでおおひ、おのおのの区域を施工ブロックとし、原地形、計画地形などを示した設計仕様および現場施工条件などの情報の整理を行なう。

計画情報作成のプロセスでは、土質条件によって投入機械系のおおまかな選定を行なった後に、土量配分計画を、運土回数もしくは運土量を変数とする輸送問題として定式化した。目的関数としては、費用と仕事量の関係が必ずしも明確でないため(運搬距離×運土回数)もしくは(運搬距離×運土量)の2つを考えた。

作業計画のプロセスでは施工中の機械系同士の錯そう、作業段取り上の無駄、機械系の運用計画の複雑化などの防止のために、工区割り、ルーア作業(施工条件が類似しかつ隣接する運土作

図-1 土工計画のプロセス・フロー

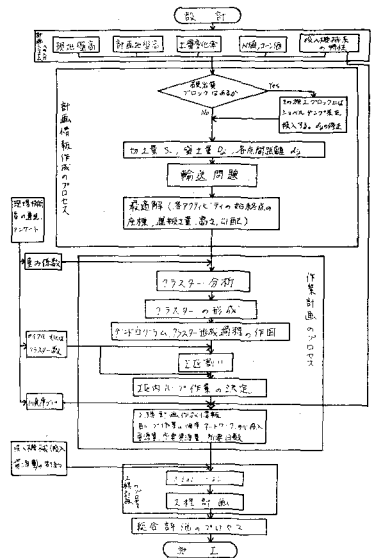
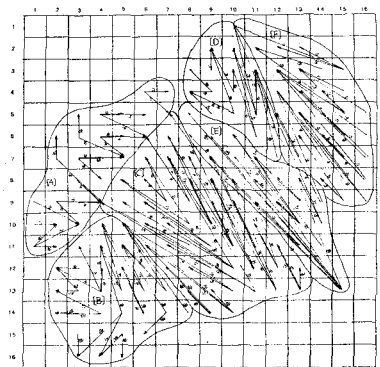


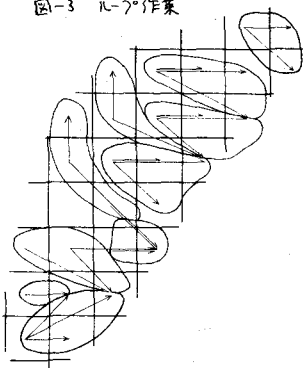
図-2 土量配分計画図と工区割り



業を1つの集合作業とした作業で実際の施工段階における作業)の決定、ループ作業への機械系の割付けと所要日数、所要機械台数の決定を行なう。ここでは工区割り、ループ作業を客観的・合理的・迅速に決定するため土量配分計画の右運土作業に対してクラスター分析を適用することを試みた。類似性の尺度としては、重みつきユーリッド距離を参考とし、指標としては切盛土地点の座標、運土方向、運搬距離、運土量を採用し、さらに重み係数はヒヤリング調査により決定した。具体的な定義式は講演時にスライドで説明する。

工程計画のプロセスでは、クラスター分析のデンドログラムを利用することによって工程ネットワークを作成し、日程計画を作成する。日程計画の作成に関しては、各作業の所要日数と所要台数を変数のままで扱うことによって、実行可能性を保持しつつ従来の日程計画法よりも投入機械の稼働効率の向上を期待することができるとヒューリスティックな日程計画モデルを提案した。

図-3 ループ作業



総合評価のプロセスでは、右計画プロセスで作成された代替案を工期、工費、実行可能性の3つの評価基準によって総合的に評価・検討するプロセスである。また必要に応じて右計画プロセスにフィードバックして新たな代替案を作成する手順をふまえてはならない。

4. 事例研究結果 事例対象現場は、施工面積約39400平方メートル、総運土量約130万立方メートルという比較的大規模な宅地造成地である。土質は大部分マサ土であった。本システムより

①土量配分計画図は図-2のようになり二通りの目的関数による解はほぼ一致した。このことより運土回数と運土量のいずれを用いても結果にさほど差が生じないことが明らかとなった。

表-1 工期

制約 \ ネットワーク	I	I'	II	II'
ゆるい	346	328	265	252
きつい	448	401	277	282

②工区割りは図-2に示すようになり、ループ作業は図-3にその一部を示した。このことより、ヒヤリング調査の結果と合わせてデンドログラムの第2サイクル目でループ作業を構成すればよいことがわかった。

表-2 稼働効率

制約 \ ネットワーク	I	I'	II	II'
ゆるい	0.7833	0.7786	0.9243	0.9702
きつい	0.9285	0.9526	0.9150	0.9447

③工程ネットワークパターンを二通り設定し、日程計画を作成したが、工期を表-1に、また機械の稼働効率を表-2に示した。その結果、工期最短ということと考えると工程ネットワークパターンII'の制約のゆるい場合を採用すればよいことが明らかになった。

5. おわりに 以上本研究で提案した計画システムに従って十分実行可能性の高い計画代替案の作成が可能となったが、すべての計画プロセスをハード化することは困難であり全体としてはソフトなシステムとならざるをえなかった。今後は、多数の事例研究を実施することによって本システムの感度分析等を行ない、十分汎用性のある計画システムとなるよう改善する予定である。