

立命館大学理工学部
立命館大学大学院
立命館大学大学院

正員
学員
生員
生員
生員

春名
石黒
玉井
川上

攻義
晃
大
善
俊
幸

1. はじめに

地方都市でのまちづくりにおける社会的ニーズとして、これまでになかった多様な都市機能の立地が望まれている。従来は、このような社会的ニーズに直接対応しようとする方法よりも、各プロジェクトごとに要求される都市機能を満たそうとする都市・地域計画手法が取られてきた。しかし、それでは総合的・複合的都市開発にならず、開発費用の低減化や開発効果の向上に限界や困難さが存在すると考えた。そこで、本研究では複数事業間において協調体制・共有体制を取る事や複合プロジェクト概念を導入することによって、これまで単独事業では解決不可能と考えられていた問題の解決や整備効果の向上が可能となるものと考えた。つまり、社会的ニーズに基づいて、多様な都市機能立地を総合計画化し、複合事業化して行く必要があると考え、この複合事業化の検討を、「マルチプロジェクト化」の問題として取り扱う事とした。

すなわち、本研究では、都市マスタープラン策定段階において、先取的検討として具体化されたプロジェクト計画案群を対象とし、上述の「マルチプロジェクト化」の研究を進めることとした。本稿ではこのような考え方の中でのマルチプロジェクト化へのアプローチの中の建設施工計画面からのアプローチを取り上げ、計画的研究を行った成果を示すこととした。すなわち、建設施工の面における検討事項を可能な限り共同化を検討する事としたが、そこではスケジュール調整、計画内容の変更などの一連の検討作業を、シミュレーションモデル的に捉えて、総合的に望ましい計画案を策定する「マルチプロジェクト計画案策定システムの開発」に関する考察を行った。

2. マルチプロジェクト化における 前提と問題の整理

本研究では、土地開発プロジェクトにおける、事業採算性や整備効果に最も関連があり、施工費用に及ぼす影響が大きいと考えられる「運土の問題」と「施工機械の問題」に着目した。また、本研究では検討の前提として、同種の造成工事を必要としているプロジェクトが、検討対象地域内に

複数存在しているものとした。以下、それぞれの検討内容について概説する。

(1) マルチプロジェクトにおける 運土作業の取扱い

各検討対象プロジェクトは、プロジェクト個別の土地利用計画目的による平面計画案に基づき、計画地形設計がなされる。この時、地形形状を変化させることにより、できるだけ発生してくる切盛土量のバランスを取る事だけでは、工事費用面からみて合理的な地形設計を行うと、望ましい計画地形が得られない場合がある。また、これとは逆に、望ましい計画地形の設計を行うと、切盛土量の間に大きなアンバランスが生じる場合がある。そして、プロジェクトの敷地外に廃土先或いは客土先を求めると、施工費用は飛躍的に増加する。そこで、土量バランスが取れていないプロジェクト間で土のやりとりを考える事によって、望ましい計画地形形状が得られるとともに、工事費用の低減も図れるというような、より合理的な計画地形設計を行う事が可能になる場合も多いと考えた。

本研究では、既存のプロジェクト間で土量バランスが取れていない場合には、地域内土量バランスを確保するために、他(新規)プロジェクトも導入することを検討していくという新しい方法を導入している。これは上位計画段階において、プロジェクト間の土量バランス検討の結果にもとづくフィードバック情報である「必要土量」、「必要時期」等々を参考にして、開発目標に沿った形で地域内土量バランスに貢献できるかどうかの検討を行うにあたっている。以上のような検討の末、可能な限り地域内で土量バランスを取るように先取的に検討する事を、本研究では「運土のマルチ化」と略称することとした。

(2) マルチプロジェクト計画における 施工機械計画の取扱い

同種の造成工事であれば、施工機械も同種のものとなると考えられる。そこで、プロジェクトスケジュールまたは施工スケジュールを変化させると同時に、施工機械の投入編成計画の変化によって、プロジェクト間で施工機械の運用・転用の検討を行うこととした。そうする事により、個別の

プロジェクト内では最適な機械投入編成が成されていなくても、プロジェクト全体としての機械費用が低減でき、結局プロジェクト単位での施工機械費用が低減化できる可能性があるものと考えた。これを本研究では「施工機械のマルチ化」と略称することとした。

3. マルチプロジェクト計画案

策定システムの概要

本研究で開発したマルチプロジェクト計画案策定システムは、図-1に示すように「地形設計段階」、「マルチ化の検討段階」、「運土の共有・協調検討段階」、「施工機械の共有・協調検討段階」、「評価段階」の5段階に分けて捉える事ができる。以下に、各段階ごとに概説を行うこととする。

(1) 地形設計段階

企画・構想段階レベルでのプロジェクトの平面計画案、計画地形設計案が決定されているという事が本システムの前提である。そこで、この計画地形設計段階については、本研究グループで過去に開発した地形設計システムを使用して計画地形設計を執り行った。地形設計システムは、計画地形の設計を数理計画問題として捉え、計画地形設計モデルを定義している。この計画地形設計モデルを用いて、計画地形案の設計を行い、総土工量、切盛バランス、造成面勾配等々について計画地形案の実行可能性を考慮した上で、複数の計画地形設計案を迅速に作成可能にしている。これにより、作成された代替案群の中からさらに望ましい地形案の選定を行う事とした。

(2) マルチ化の検討段階

同種造成工事を必要とするプロジェクトの地形設計案に基づき、先述した運土・施工機械のマルチ化の検討を行う。前提条件ごとの計画サブシステム適用のブランディングを次頁図-2に示す。

ステージ①：プロジェクトスケジュールの検討

各プロジェクトのスケジュールに自由度があるかどうかにより、後続の検討項目である共有・協調化を考慮した計画案作成時のスケジューリング段階で解が大きく異なってくる。そこで、プロジェクトスケジュール変更の実施可能性の検討を行う。

ステージ②：プロジェクト単独での

土量バランス検討

ここでは、検討対象地域内のプロジェクト各々で、土量バランスがとれているかどうかの検討を行う。全てのプロジェクトで土量バランスがとれている場合は、プロジェクトスケジュールの変更条件を満たした形で施工機械の共有・協調化の方策を検討する。一方、プロジェクト単独で土量バランスがとれていない場合は、対象地域内

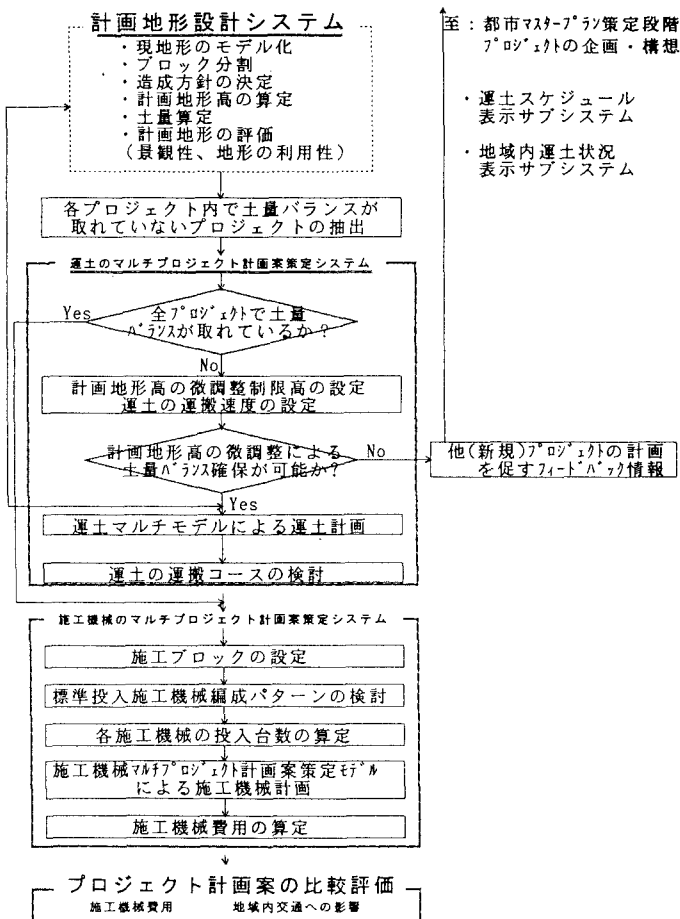


図-1. マルチプロジェクト計画案策定システムのシステムフロー

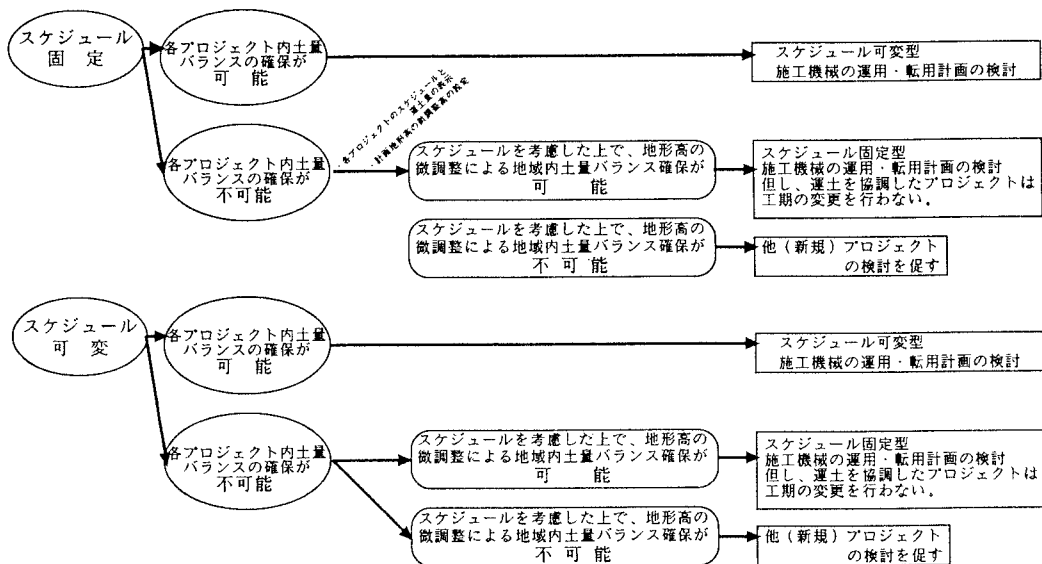


図-2. システム使用の判断ブランチ

のプロジェクト間で土量バランスを図る検討を行う。

ステージ③：地形高微調整による土量バランスの検討

ここでは、対象地域内でスケジュール状況と、やりとりを行う土の土質を考慮に入れた上で、計画地形高の微調整による地域内土量バランスを図る事の可能性の検討を行う。検討の結果、地形高の微調整により地域内土量バランスを図る事が不可能であると判断された場合は、上位計画段階で、他（新規）プロジェクトの検討を行う。

ステージ④：施工機械の運用・転用計画の検討

地域内で土量バランスを図ったプロジェクトは、プロジェクト間での土のやりとりを行うため、施工スケジュールに制約を受ける。そこで、その施工スケジュール制約の下、プロジェクトスケジュール内で施工機械費用を最小限に抑える計画を行う。

(3) 運土の共有・協調検討段階

ステージ①：計画情報のモデル化

まず、計画情報をコンピュータで扱えるように、各プロジェクトの工期情報・造成面情報のモデルリングを行う。

ステージ②：計画条件の設定

ここでは、運土の運搬速度、プロジェクトの計画地形高微調整制限高の設定を行う。

ステージ③：制約条件値の算定

ここでは、運土計画のマルチプロジェクト計画モデルを利用する際に、制約条件と

なる各プロジェクトの運土量を算定する。算定時には、土量変化率を考慮し、本モデル上では、ルーズ状態として取り扱う。

ステージ④：運土協調が可能な期間の算定

ここでは、計画地形高の微調整による地域内土量バランス確保の検討が可能なプロジェクトのスケジュール重複期間の算定を行う。

ステージ⑤：計画地形高の微調整による地域内土量バランス確保の可能性検討

ここでは、運土の運搬速度とスケジュール重複期間から、計画地形高の微調整による対応が可能であるかどうかの検討を行う。

ステージ⑥：新規プロジェクトの企画・構想要請

ステージ⑤で対応が不可能であると判断された時、以下に示すフィードバック情報と共に、都市・地域計画の企画・構想段階に対して「新規プロジェクトの企画・構想要請」を行う。

- ・現況下のプロジェクトスケジュール状況
- ・現況下での残土・客土土量の状況
- ・残土・客土発生プロジェクトの位置

ステージ⑦：運土計画案策定

ステージ⑤で対応が可能であると判断された時、運土量最小化を目的関数として運土のマルチプロジェクト化モデルとして定式化し、制約条件は切土・盛土プロジェクトの工事期間、運土時期の一致、運土を行うプロジェクト間の運土量とした。

(4) 施工機械の共有・協調検討段階

ステージ①：施工機械投入の基本方針の決定

ここでは、地域内で造成工事を必要とする全プロジェクトに対して、施工機械の共有・協調化を考慮して、施工機械の投入基本方針を決定する。

ステージ②：技術的問題のある場所の把握

山間部における土地開発プロジェクトでは、軟弱地盤の把握や防災工事、付帯工事等の必要性を考慮して、施工機械編成を行う必要がある。これに先立ち、技術的問題の把握とそれに伴う投入機械の把握を行う。

ステージ③：各プロジェクト毎の 施工ブロック設定

ここでは、施工機械投入の基本方針に沿って、各プロジェクト造成敷地内の投入機械編成を決定し得る程度に、概略的に施工ブロック分割を行う。

ステージ④：各プロジェクト毎の 投入施工機械の設定

ここでは、プロジェクト間で施工機械の運用・転用する事を考慮して、各プロジェクトの造成に用いる施工機械の選定を行う。

ステージ⑤：投入施工機械台数の算定

ここでは、各プロジェクト毎にステージ④で設定された施工機械の台数算定を行う。この時、制約工期と各プロジェクトの総土工量、実質稼働日数、土質毎の施工効率により日目標土工量を算出し、投入機械台数の算定を行う。

ステージ⑥：施工機械の運用・転用計画案の 策定

ここでは、施工機械費用低減化を目的として、施工機械の遊休期間を最小限に抑えると同時に、望ましい機械調達計画の立案を行う。その際、運土の共有・協調を考えたプロジェクトは、施工スケジュールの変更を行わない事を前提とする。この制約条件に基づき、施工機械計画案策定モデルを祖施工機械費用の最小化を目的関数とし、定式化を行った。

ステージ⑦：施工機械費用の算定

ここでは、ステージ⑥で策定された施行機械計画案ごとの、施工機械費用の算定を行う。

(5) 評価段階

ここでは、策定されたマルチプロジェクト計画案と、既存の単独プロジェクトごとの計画手法に

よる計画案とを残土・客土処理費用、施工機械費用、敷地外への運土に伴う既存都市交通環境への影響に関して比較評価する。評価を行うにあたり、新規プロジェクトの導入により地域内土量バランスを図る事が出来ると判断された場合は、その設定を行う事とした。

4. 開発システムの実証的検討

本研究では、滋賀県米原町を対象として開発したマルチプロジェクト計画策定システムの適用による実証的研究を行ったが、検討結果については、紙面の都合上割愛し、発表時に述べる事とする。

5. おわりに

本研究では、工事費用低減化を目指し、建設施工面でも特に運土・施工機械に焦点を当ててマルチプロジェクト計画案の策定を行うシステムを構築を試みた。

本研究の適用により、地域内土量バランスを確保しながら、望ましい地形形状を得る事が可能となり、より合理的な計画地形設計が行えるようになったと考える。また、施工機械の運用・転用の連続性を考慮した事で、より効率的な機械計画案策定が可能になったと考える。

しかし、本研究の成果を実際に適用するには、「管理・運営体制をいかにとるか」、という問題や、マルチプロジェクト実施に関する実務上の合意形成の取り方等々の方策を探る必要があると考える。

【参考文献】

- 1) 春名 攻：都市地域開発の効率的実現化を目指した地域マネジメントセンター構想に関する考察
土木学会関西支部年次学術講演会
1996. 8
- 2) 阪急開発プロジェクトマネジメント研究会：
HANPS研究会検討成果報告書
1983. 10
- 3) 土木工事積算事務所：
建設省土木積算基準平成5年度版
建設物価調査会 1993. 4
- 4) 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
立命館大学大学院修士論文
1995. 2