

建設省土木研究所 正会員 見波 潔
建設省土木研究所 正会員 嶋津 晃臣
建設省土木研究所 下坪 賢一

1. はじめに

建設工事から発生する「建設廃棄物」のうち、土砂類（以下、残土とよぶ）は量的に非常に多く、処分地不足とも相まって残土処理問題は建設工事遂行上のネックの1つとなっている。残土処理対策は、①残土発生量を抑制すること、②発生量を抑制してもなお場外搬出される土については他工事での再利用を行うこと、③土砂利用型工事を推進すること、などが基本となる。これらのうち、本研究では残土の再利用を効率的に行うための具体的な計画手法について検討を行った。

2. 残土利用計画モデル

本研究では、残土を発生する複数の工事（以下、搬出工事とよぶ）から土砂を利用する複数の工事（以下、搬入工事とよぶ）への残土の効率的な配分問題を考える。その際に前提となるのは、計画対象となる工事の残土関連の情報があらかじめ明らかになっていることである。

一部の地域では残土に関する情報を収集して工事担当者に提供するシステムを有しており、再利用の促進が図られている。しかしながら残土を再利用するかどうかは個々の担当者の判断にまかされており、このような方法ではシステムティックな残土利用を行って再利用量の増大を図るという目標に対しては必ずしも十分とは言い難い。本研究では、残土に関する情報に基づいて合理的な残土利用計画を立案することが重要と考え、この問題に対して線形計画法の適用を試みた。

残土利用計画のモデル化にあたって考慮した事項は次のとおりである。

- (1) 計画対象となる搬出・搬入工事や関連施設に関して表-1に示す情報を与件と考える。
- (2) 残土の再利用条件を整理すると、①各工事の土量条件を満足すること、②残土の搬出時期と搬入工事側での使用時期が合致すること、③再利用される残土の土質が搬入工事側の土質条件を満足すること、である。
- (3) 残土の再利用形態として、①搬出工事から搬入工事への直接の流用、②土質改良プラントを介して土質条件の調整を行った上での再利用、③ストックヤードを介して搬出時期の調整を行った上での再利用、を考える。
- (4) 計画対象期間をT期に分割して時間項を考慮する。
- (5) 土質に関しては“土質レベル”という概念で表す。レベルの高い土質とは搬入工事側での用

表-1 残土利用計画における入力情報

対 象	入 力 情 報 の 内 容
搬出工事	・工事場所 ・残土量 ・土質 ・発生時期
搬入工事	・工事場所 ・土量 ・土質（用途） ・搬入時期
土質改良プラント	・設置場所 ・改良能力 ・改良費用 ・プラント内のストック可能量
ストックヤード	・場所 ・ストック費用 ・ストック可能量
捨土処分	・処分地の場所 ・規模（容量） ・土質の制約 ・処分単価
土砂購入	・土取場の場所 ・規模（容量） ・土質 ・購入単価
運 搬	・運搬単価 ・サイクルタイム

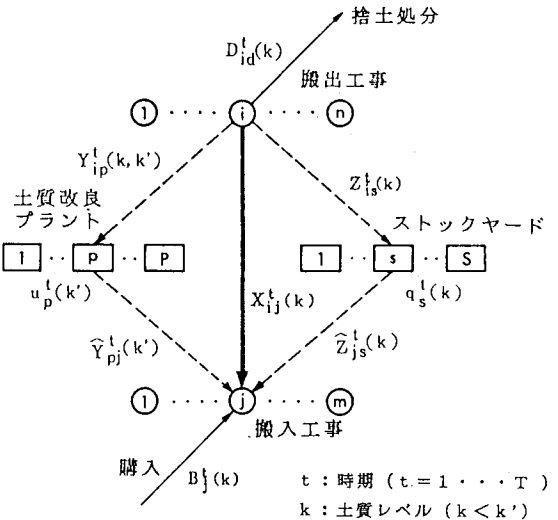


図-1 残土利用計画モデルの変数

途の広い土質を指し、一般には砂粒土、レキ粒土が想定される。一方、レベルの低い土質とは用途の狭い土質を指し、含水比の高い粘性土などがこれに相当する。土質改良プラントは土に石灰やセメントなどの改良材を混合することによって土質レベルを高める機能を持つもので、レベルの低い土を扱うほど改良材の混合率が高くなるので改良コストは高くなるものとする。

(6) モデル上の決定変数を図-1に示す。変数は全て土量を表している。制約条件式は搬出・搬入工事と関連施設における土量条件で構成される。

3. 計算例

図-2に示す配置で16の工事と土質改良プラント、ストックヤード（各1箇所）、土取場、捨土処分地（各2箇所）を設定した。搬出土量（残土量）、搬入土量の合計はそれぞれ48,500m³、38,000m³である。紙面の都合上、詳細なデータは省略するが、費用関係のデータは発注機関の積算資料に基づいて作成した。なお、計画対象期間は12期に分割した。

最適性の評価基準として次の5ケースを設定した。

- 評価基準①：総費用【(土砂運搬費)+(土質改良費)+(土砂購入費)+(捨土処分費)+(ストック費)】の最小化
- 評価基準②：総輸送量【(運搬土量)×(運搬距離)の総和】の最小化
- 評価基準③：土質改良プラントの収益【(改良土量)×{(改良土の売価)-(土質改良費)}】の最大化
- 評価基準④：残土の再利用量の最大化
- 評価基準⑤：最長運搬距離の最短化（運搬距離の均衡化を目指すもので、最長運搬距離の制約条件を徐々に厳しくして実行可能領域がなくなる限界のLP解とした。）

図-3は5ケースの計算結果について上記の5指標を比較したものである。当然のことながら、各ケースとも評価基準として設定した指標が最小もしくは最大の値を示している。ケース①と②を比較すると各指標にそれほど大差がなく、これは総費用に占める土砂運搬費の割合が40%程度と高いために評価基準としてはよく似た性質を示すものと考えられる。一方、評価基準の③④は必ずしも総費用の低減化にはつながらないことがこの結果からうかがえる。また、評価基準②と⑤についてはほとんど同じような結果が得られた。

評価基準をどのように設定するかは残土利用の在り方にかかわる重要な問題であり、ここに示したような比較検討をも考慮した上で適切な指標を選定する必要があると考える。

4. おわりに

本文では、“土質レベル”の概念を導入するなどによって残土の配分問題を線形計画モデルとして表せることを示した。また、評価基準の違いによる解の差を計算例により示した。今後は実際の残土処理計画への適用性を検討したいと考えている。最後に、本研究の実施にあたって貴重な御意見をいただいた建設省総合技術開発プロジェクト「建設事業への廃棄物利用技術の開発」地盤・盛土分科会メンバーの方々に感謝の意を表します。

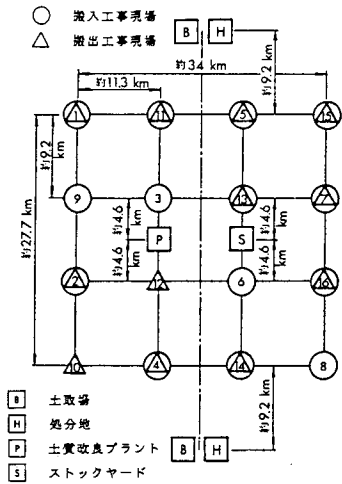


図-2 事例計算における工事現場等の配置

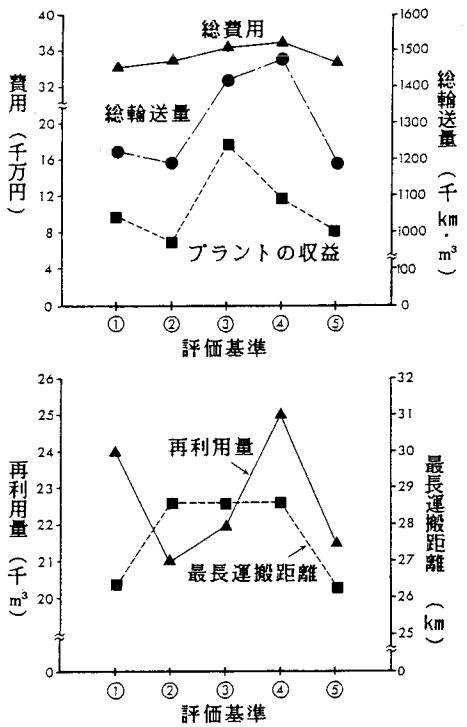


図-3 計算結果の比較