

# 計画期を考慮した建設残土再利用計画モデル

名古屋工業大学 正員 和田かおる  
名古屋工業大学 正員 山本幸司

## 1. はじめに

近年、都市土木工事から発生する建設残土処理が大きな社会問題となっている。その対策として残土発生量の抑制や工事間での再利用が考えられる。建設残土の再利用に関してはすでにいくつかの研究が行われているが、実用化に向けては多くの課題を残している。本研究はこのような問題の一つである再利用計画を策定する際に設定される計画期間長による影響について検討する。

## 2. 実用化に向けての課題

建設残土を再利用する際には、掘削地、埋戻地だけでなく土質改良を行う再処理施設および利用時期を調整するためのストックヤード(不良土置場、適性土置場)を考慮しなければならない。これまで著者等は、このような建設残土再利用計画に対して、総運営費の最小化を目的として線形計画法による定式化を行い、基本的な再利用計画策定システムを構築したが、実務レベルでは①計画期間の設定、②再処理時間への対応、③計画情報のあいまいさへの対応等いくつかの問題を残している。そこで、本研究では実用化に向けて、まず、計画期間の設定に関して検討を行う。

## 3. 計画期間の設定

建設残土の再利用を促進するためにはできるだけ多くの工事を対象として長期間にわたる計画策定を考えた方がよい。具体的には、ある期間(計画期)ごとに動的な再利用計画を策定することになるが、まず、計画期間をどの程度に設定すべきかが問題となる。埋戻工事や掘削工事は日単位で行われることから、計画期間を短くとれば詳細な計画が策定可能であるが、短期間を対象とする土量情報は得にくく、計算量も増大する。一方、計画期間を長くすれば土量情報は得易く、計算量も少なくなるが、計画期間内においても掘削、埋戻時期にずれが生じ、得られた計画案の実行可能性が小さくなる。

そこで本研究では、計画期間を①2週間(実質10日間)、②1週間(5日間)、③半週(2～3日間)、

④1日間の4パターンに設定し、それぞれの結果を比較検討する。なお、休日は土日のみを設定する。

## 4. 適用事例とその考察

### (1)前提条件

表-1に示す仮想事例に対して前述の計画期間を設定する。各パターンでの計画期間ごとの掘削量、埋戻量はそれぞれの工事全体の土量を工期で割った1日当りの土量をもとに求める。再処理施設の処理能力も表中の1日当りの処理能力をもとに計算する。

各計画期で埋戻量以上の適性土が発生する場合は適性土置場で保管し、適性土が不足する場合には山土を購入する。不良土の発生量が再処理施設の処理能力を上回る場合は不良土置場で保管し、次計画期以降に処理を行う。また、処理時間は1計画期間とし、処理された残土は次計画期以降に埋戻材として利用する。なお、輸送単価、処理単価および保管単価の値は紙面の都合上割愛するが、後2者は1日の単価をもとに各パターンごとに設定している。

表-1 適用事例

|       |    | 土量                     | 工事期間            |
|-------|----|------------------------|-----------------|
| 掘削地   | A1 | 7100                   | 95.1.25～95.4.21 |
|       | A2 | 8250                   | 95.3.6～95.5.19  |
|       | A3 | 4800                   | 95.4.5～95.6.9   |
|       | A4 | 5600                   | 95.5.24～95.6.30 |
| 埋戻地   | B1 | 7800                   | 95.1.23～95.3.16 |
|       | B2 | 5250                   | 95.4.12～95.5.30 |
|       | B3 | 12900                  | 95.5.10～95.7.7  |
| 再処理施設 |    | 処理能力(R1:30/日, R2:40/日) |                 |
| 不良土置場 |    | 保管能力(F1:1500, F2:1000) |                 |
| 適性土置場 |    | 保管能力(T1:3500, T2:4500) |                 |
| 山土採取場 |    | Y(必要に応じて)              |                 |

### (2)結果の考察

ここでは紙面の都合上、各パターンの計画期数および目的関数値を表-2に、パターン①の結果の一部を表-3、4に示す。表-2より目的関数値は計

画期間が短くなる程大きな値となっている。表-4より第6計画期以降から工事終了まで適性土が余ること、さらに処理時間=1計画期間としているため、計画期間が短いと処理時間が短くなることから、適性土置場で据え置かれる適性土量が多くなり、保管費用が増大し、全体の運営費用に影響を与えている。しかしながら、計画期間が短いと不良土が利用できるまでの時間が短くなるため、余分な山土の購入が少なくなり、この事例では①は3400、②は3300、③は3250、④は3220の山土を購入している。

表-3は掘削地、再処理施設、ストックヤードおよび山土採取場から埋戻地、再処理施設およびストックヤードへの総運搬量を示したものである。ここで、供給地側と需要地側の両方に再処理施設、ストックヤードが存在するのは、これらの施設では残土の搬入、搬出が行われることから、搬入時には需要地、搬出時には供給地の役割を果たすためである。また同一のストックヤードへの搬入は、さらに1計画期間据え置くことを示しており、本表における値は、その延べ土量を示している。表-3よりパターン①では、A1からは掘削地へはB1のみに輸送し、不良土置場はF2のみを利用しているが、他のパターンに対する結果より、計画期間によって残土の輸送量、輸送場所が異なり、特にB2への残土の輸送状況が大きく異なっていることが明らかとなった。

表-4は表-3に示した残土の運搬先と運搬量を計画期ごとにマトリックス形式で示したものである。本事例では、同一計画期内で掘削時期と埋戻時期の異なる工事間での残土の再利用は現われなかった。

なお、いうまでもなく計画期間を短くすると計画期数が増加するため計算量も増大する。

## 5. おわりに

本研究では、建設残土再利用計画策定の際に問題となる計画期間の設定について検討した。その結果、計画期間によって再利用計画に影響が出ること、計算処理量が大きく異なることがわかった。したがって、できるだけ計画期間を長くとりながら、かつ実行可能性の高い計画が策定できるよう検討する必要がある。また、今回はどのパターンにおいても処理時間を1計画期間としたが、実際には処理時間は計画期間とは関連がないため、今後はすべてのパターンで処理時間を同一にした場合を検討する。

## <参考文献>

和田、山本：建設残土の再利用計画策定モデル、土木計画学研究論文集、第12巻 pp61-68、1995。

表-2 計画期数および目的関数値

| パターン | 目的関数値   | 計画期数  |
|------|---------|-------|
| ①    | 900400  | 1 2   |
| ②    | 941660  | 2 4   |
| ③    | 957620  | 4 8   |
| ④    | 1000940 | 1 2 0 |

表-3 現場および施設間の総残土輸送量

|    | B1   | B2   | B3   | R1   | R2   | F1 | F2  | T1   | T2    |
|----|------|------|------|------|------|----|-----|------|-------|
| A1 | 3040 | 0    | 0    | 0    | 1260 | 0  | 0   | 2000 | 0     |
| A2 | 1000 | 0    | 500  | 1330 | 740  | 0  | 680 | 0    | 4000  |
| A3 | 0    | 450  | 2400 | 0    | 960  | 0  | 0   | 990  | 0     |
| A4 | 0    | 0    | 4200 | 1000 | 400  | 0  | 0   | 0    | 0     |
| R1 | 0    | 200  | 1300 | 0    | 0    | 0  | 0   | 400  | 500   |
| R2 | 360  | 0    | 1560 | 0    | 0    | 0  | 0   | 1800 | 0     |
| F1 | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0  | 0   | 0    | 0     |
| F2 | 0    | 0    | 0    | 320  | 360  | 0  | 320 | 0    | 0     |
| T1 | 0    | 4600 | 590  | 0    | 0    | 0  | 0   | 5460 | 0     |
| T2 | 0    | 0    | 2350 | 0    | 0    | 0  | 0   | 0    | 22090 |
| Y  | 3400 | 0    | 0    | 0    | 0    | 0  | 0   | 0    | 0     |

表-4 最適残土再利用計画(残土の運搬先および運搬量の一部)

| TERM | 1                    | 2                    | 3                    | 4                                | 5                                | 6                                           | 7                                                        | 8                               | ... | 12                   |
|------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------|-----|----------------------|
| A1   | B1( 640)<br>R2( 160) | B1( 800)<br>R2( 200) | B1( 800)<br>R2( 200) | R2( 200)<br>B1( 800)             | T1( 800)<br>R2( 200)             | T1( 800)<br>R2( 200)                        | T1( 400)<br>R2( 100)                                     | —                               | ... | —                    |
| A2   | —                    | —                    | —                    | R2( 200)<br>B1(1000)<br>R1( 300) | T2(1000)<br>R2( 200)<br>R1( 300) | R2( 40)<br>T2(1000)<br>R1( 300)<br>F2( 160) | T2(1000)<br>F2( 100)<br>R2( 100)<br>R1( 300)<br>T2(1000) | F2( 260)<br>R2( 200)<br>R1( 40) | ... | —                    |
| :    | :                    | :                    | :                    | :                                | :                                | :                                           | :                                                        | :                               | ... | :                    |
| T2   | —                    | —                    | —                    | —                                | —                                | T2(1200)                                    | T2(2500)                                                 | T2(3500)                        | ... | T2(2150)<br>B3(1590) |
| Y    | B1(1360)             | B1(1040)             | B1(1000)             | —                                | —                                | —                                           | —                                                        | —                               | ... | —                    |