

建設残土の品質を考慮した再利用計画に関する一考察

名古屋工業大学 正員○和田かおる

名古屋工業大学 濱口博映

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。その対策として建設残土を建設工事現場間で再利用する動きもみられる。建設残土の再利用では、残土の発生時期や利用時期が異なること、土質が一定でないこと、計画対象期間の設定が必要となることなど、通常の運土工事と異なる多くの問題に対応しなければならない。本研究では特に、発生する建設残土の土質が複数である場合、さらに埋戻工事ごとに埋戻し材の土質が異なる場合にも対応する建設残土再利用計画を策定する。

2. 建設残土の土質を考慮した再利用計画

建設残土の再利用では、建設残土の発生時期および利用時期の調整、埋戻し材として要求される土質の確保、計画期間長の設定など対応すべき問題が多く存在するが、建設残土の発生時期、利用時期についてはストックヤード(不良土置場、適性土置場)を、土質改良の必要な場合については再処理施設を設置することで対応することができる。また、計画期間長については計画策定の段階で任意に設定可能であれば、計画期間長による影響を把握でき、各残土再利用計画に応じて決定することができる。著者等はこれまでに上記の問題に対応しうるプログラムを作

成している。

しかしながら、掘削工事の場所や工法等によって発生する残土の種類は異なり、再利用が不可能な残土も発生する。また、同様に埋戻工事についても工種や工法によって必要となる土質が異なる。表-1は再生資源利用促進法による建設発生土(建設残土)の土質区分とその用途を示している。本研究では、掘削土に関して(A)比較的土質の良い残土、(B)再処理は必要ないものの土質の良くない残土、(C)再処理によって再利用可能となる残土、(D)再利用不可能な残土の4種類、埋戻土に関しても工事ごとに必要となる土質を(A)、(B)の2種類設定し、掘削工事、埋戻工事、ストックヤード、再処理施設、山土採取場および最終処分場(土捨て場)における残土の配分計画を線形計画法により策定する。なお、目的関数は総運営費用とし、これを最小化する線形計画モデルを定式化する。以下にその目的関数を示す。

$$z = \sum_i \sum_j \sum_t (c_{ij} + cr_j + cs_j + cd_j + cy_i) \cdot x_{ij}^t \Rightarrow \min$$

t: 計画期 (t=1~T) ,

x_{ij}^t : t期に供給地 i から需要地 j へ輸送する土量

c_{ij} : 供給地 i から需要地 j への輸送単価

cr_j : 再処理施設 j での処理単価

cs_j : スtockヤード j での保管単価

cy_i : 山土採取場 i での購入単価

cd_j : 処分地 j での処分単価

なお、再利用計画を策定する際には次のような条件を設定する。

- ①山土の土質は(A)、再処理を行った改良土の土質は(B)とし、適性土置場では土質の区別が困難なため、ここから供給する残土は(B)とする。
- ②土質(A)の埋戻工事については土質(A)のみを、土質(B)の埋戻工事については土質(A)、(B)を供給する。
- ③ストックヤードが飽和した場合は土質にかかわら

表-1 建設発生土の土質区分と用途

種 類	用 途
第一種建設発生土 砂、礫及びこれらに準ずるもの	工作物の埋戻材料 土木構造物の裏込材 道路盛土材料 宅地造成用材料
第二種建設発生土 砂、礫質土及びこれらに準ずるもの	土木構造物の裏込材 道路盛土材料 宅地造成用材料 河川築堤材料
第三種建設発生土 通常の施工性が確保される粘性土 及びこれに準ずるもの	土木構造物の裏込材 道路路体用盛土材料 宅地造成用材料 河川築堤材料 水面埋立用材料
第四種建設発生土 粘性土及びこれに準ずるもの (第三種建設発生土を除く)	水面埋立用材料

ず土捨場で処分する。

④山土は必要な土質の残土が不足するときのみ購入する。

⑤山土採取場の供給量、土捨場の容量に制限は設けない。

3. 適用事例とその考察

(1)適用事例 ここでは表-2に示すようなストックヤードの容量を変えた仮想事例2ケースに対して本モデルの適用を行う。ここで、計画期間ごとの掘削量、埋戻量はそれぞれの工事の土量を工期で割った1日当りの土量をもとに求める。なお、計画期間は1週間、再処理日数は3日間とする。表-3には工事現場、施設間の輸送単価を示す。また、処理単価、保管単価、処分単価および山土購入単価についてはそれぞれ3, 2, 3, 5と設定する。

(2)結果の考察 表-4, 5にケース①, ②の結果をそれぞれ示す。また、ケース①, ②の総運営

表-2 適用事例

		土量	工事期間	土質
掘削地	A1	6300	95. 10. 25～96. 1. 19	3: 5:1:1
	A2	8250	95. 12. 4～96. 2. 16	5: 5:3:2
	A3	4800	96. 1. 10～96. 3. 15	4: 4:2:0
	A4	5600	96. 2. 21～96. 3. 29	5:10:2:3
埋戻地	B1	7800	95. 10. 23～95. 12. 14	A
	B2	5250	96. 1. 8～96. 2. 23	B
	B3	12900	96. 2. 7～96. 4. 5	B
			処理能力, 保管能力	
再処理施設(R1, R2)			①, ②とも30/日, 40/日	
不良土置場(F1, F2)			①200, 300 , ②500, 700	
適性土置場(T1, T2)			①300, 1000, ②600, 2000	
山土採取場(Y), 土捨場(D)は容量制限なし				

注)掘削地の土質は良質土(A), (B), 不良土(C), (D)の割合を示す

表-3 輸送単価および諸単価

	B1	B2	B3	R1	R2	F1	F2	T1	T2	D
A1	3	7	4	3	6	5	2	5	8	7
A2	3	6	7	5	4	6	3	2	8	2
A3	6	5	5	4	6	3	9	7	3	4
A4	6	4	10	8	3	7	8	4	7	5
R1	3	5	3	---	---	---	---	5	5	---
R2	3	2	8	---	---	---	---	3	4	---
F1	---	---	---	3	5	0	7	---	---	---
F2	---	---	---	5	7	7	0	---	---	---
T1	2	5	7	---	---	---	---	0	6	---
T2	5	3	7	---	---	---	---	6	0	---
Y	9	7	8	---	---	---	---	---	---	---

費用はそれぞれ570590, 788190となった。これらの結果から、ストックヤードの容量が大きければ、再利用される残土量も増加するため、山土購入量は1440, 土捨場で処分される残土量は2000の減少が見られる。一方、ストックヤードでの保管量が増加するため全体の費用は大きく増加する結果となった。どちらのケースもストックヤードが飽和状態となるため、土質(A), (B), (C)の残土も処分される結果となった。埋戻地B1では土質(A)を必要としたため、残土の供給が不足し大量の山土が購入された。さらに、埋戻地B2, B3では土質(B)であったため、掘削地からそれぞれの現場へ土質(B)の残土が1970, 4100, 土質(A)の残土も1580, 2950が供給された。

4. おわりに

本研究では、掘削工事により発生する建設残土および埋戻工事で必要となる土質を考慮して建設残土の再利用計画モデルを策定し、埋戻工事での土質を満足する再利用計画を得た。今後は、土質(A)の残土が余る計画期では土質(B)の埋戻地においても良質な残土(A)を優先的に供給すること、さらに建設残土の区分に示されるような再利用可能な4種の残土が発生する場合についても検討をしていく予定である。

表-4 再利用計画(ケース①)

	B1	B2	B3	R1	R2	F1	F2	T1	T2	D
A1	1140	800	0	150	0	80	150	300	850	2830
A2	500	910	900	0	390	120	150	0	0	5280
A3	0	1390	2400	460	200	0	0	0	0	350
A4	0	450	3750	10	550	0	0	0	0	840
R1	0	0	860	0	0	0	0	0	150	0
R2	0	450	800	0	0	0	0	0	0	0
F1	0	0	0	170	30	0	0	0	0	0
F2	0	0	0	220	80	0	0	0	0	0
T1	0	100	200	0	0	0	0	0	0	0
T2	0	1000	0	0	0	0	0	0	0	0
Y	6160	150	3990	0	0	0	0	0	0	0

表-5 再利用計画(ケース②)

	B1	B2	B3	R1	R2	F1	F2	T1	T2	D
A1	1140	800	0	300	0	140	160	550	1350	1860
A2	500	910	900	0	450	300	540	0	340	4310
A3	0	1390	2400	440	220	60	0	0	0	290
A4	0	450	3750	0	560	0	0	0	0	840
R1	0	0	900	0	0	0	0	50	250	0
R2	0	390	900	0	0	0	0	60	60	0
F1	0	0	0	340	160	0	0	0	0	0
F2	0	0	0	180	110	0	0	0	0	0
T1	0	0	660	0	0	0	0	0	0	0
T2	0	1310	690	0	0	0	0	0	0	0
Y	6160	0	2700	0	0	0	0	0	0	0