

IV-362

埋戻し材不足と残土品質を考慮した建設残土の再利用計画策定モデル

名古屋工業大学 学生員 呉 清
 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

建設工事の需要拡大に伴って建設残土の発生量も年々増加しており、社会環境に大きな影響を与えている。そのため、建設残土は新たな都市開発用の貴重な建設資材として、建設工事現場間で可能な限り再利用することが望ましい。しかしながら、残土を利用する際には通常の資材と同様に、必要な品質、量が要求される。したがって、残土を改良するための再処理施設と残土量を調整するための不良土置場、適性土置場を設置する必要がある。また、土質改良による処理時間遅れが生じた場合や埋戻し材が不足する場合には必要量を満たすために、山地から埋戻し材を購入することも考えなければならない。さらに、建設残土の品質による処理時間の違いについても考慮する必要がある。本研究では、工事現場で埋戻し材が不足する際の山土の購入や残土の品質による処理時間の違いを考慮した残土配分計画モデルを策定する。

2. 埋戻し材不足を考慮した残土配分計画モデル

建設残土を埋戻し材として利用する際、掘削量が少ない場合や、再処理施設へ処理にまわされる場合には埋戻し材が不足することもある。このような場合、工期内で工事を完了するために、山地から埋戻し材を購入しなければならない。そこで山土の購入を考慮すると図1に示す残土の流れが起こることになる。ここで、残土の搬出地を供給地、搬入地を需要地と呼ぶことにする。以下これらの流れに対して工事期間をいくつかの計画期に分割し、各計画期内で残土配分計画を考えることにする。なお、埋戻し材の不足分を山土で充足することから、処理遅れ分は他工事の埋戻し材として適性土置場で保存することになる。そして、残土再利用システムの総運営費用最小化を目的関数、各施設や置場等の各計画期内での残土量を制約条件とすると以下のような線型計画問題として定式化できる。

$$Z = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N \sum_{t=1}^T \sum_{t'=1}^N (C_{ij} + C'_{ij}) X^{t,t'}_{ij} + \sum_{t=1}^T \sum_{t'=1}^N \sum_{m=1}^N (C_{mj} + S'_m) X^{t,t'}_{mj} \longrightarrow \min \quad (1)$$

ここで、

T : 計画期 L : 処理遅れ

M, N : 総供給地数と総需要地数

C_{ij} : 供給地iから需要地jへの輸送費用

C'_{ij} : 需要地jの残土処理費用または保管費用

S'_m : 供給地Mの山土の購入費用

X_{ij} : 供給地iから需要地jへの輸送量

3. 適用事例と考察

式(1)で定式化したモデルを以下の仮想事例に適用する。計画期: T=3、掘削地: M=3、埋戻地: N=3 再処理施設: K1=2(処理能力 $P_1=40$ 、 $P_2=30$)、不良土置場施設K2=1、適性土置場K3=1とする。各計画期の残土の搬出入量を表1に示す。掘削地A1では不良土と適性土が発生し、それぞれA1-1とA1-2とする。A2、A3ではそれぞれ不良土、適性土のみが発生し、A2-1、A3-2とする。これらの掘削地から発生する残土が各計画期ごとに再処理施設、不良土置場、適性土置場を経由して各需要地に配分される量を求める。本事例では第3期に適性土が不足するため、山土を90購入することになる。第3計画期以後、処理遅れが生じた残土は第4、5期に適性土置場に埋戻し材として保存される。これによって埋戻し工事は工期内に終了できる。式(1)に

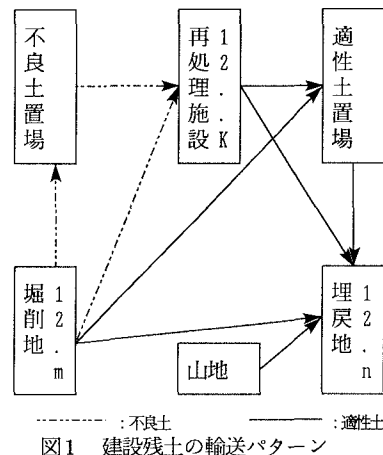


図1 建設残土の輸送パターン

よって定式化した問題をシンプレックス法を用いて計算した結果、目的関数値は4495となる。また配分結果は表1に示す。

4. 残土の土質の違いを考慮したモデル

建設工事の場所により発生した残土の土質は異なることがあり、土質の違いによって残土処理時間も違ってくる。そのため、計画期を前期と後期に分けることによって、処理時間の違いを扱う。3章の事例において発生した不良土は3種類と仮定し、それらをI類、II類、III類とする。また各再処理時間を0.5、1.0、1.5計画期とし、再処理施設で同時に処理できる残土は1種類のみとすると前章と同様に線形計画問題として定式化できる。ここで、計画期を前期と後期に分割するため、TとLは(1)の2倍となる。表2は設定条件を満たす各計画期の搬出入量を示すものである。これらの値を用いて前章と同様にシンプレックス法により計算すると総運営費を最小とする配分が得られ、目的関数値は4430となる。

5. おわりに

本研究は、埋戻し材が不足する際の山土購入および残土の土質による処理時間の違いを考慮した残土再利用計画問題を試みた。しかし、本研究で提案したモデルにおいては不良土置場と適性土置場および処理場の容量や個数を仮定したが、今後は各置場と処理場の容量や処理能力が不足する場合に置場と処理場の必要個数を自動的に決定できるモデルを構築する予定である。

表1 配分結果（埋戻し材が不足する場合）

需源地 j	供給地 i	T	B1	B2	B3	再処理施設1	再処理施設2	不良土置場	適性土置場	搬出量
			123	123	123	1234	13	3	1245	
A1-1	1					30				30
	2	—	—	—	—	20	—	—	—	20
	3					20		20		40
A1-2	1			30					40	70
	2	100		—	—	—	—	—		100
	3		20							20
A2-1	1					10	30			40
	2	—	—	—	—	20		—	—	20
	3					20	30			50
A3-2	1	60			20					80
	2				80					80
	3		60		10					70
再処理施設1	2			10	30					40
	3				40					40
	4	—			—	—	—		40	40
再処理施設2	2			30						30
	4	—		—	—	—	—		30	30
不良土置場	4	—	—	—	—	—	—			
	4	—	—	—	—	20	—	—	—	20
適性土置場	2								40	40
	3	—	—	—	40	—	—	—		40
	5								70	70
山地	3	—		90	—	—	—	—	—	90
	3	—		—	—	—	—	—	—	
	3	—		—	—	—	—	—	—	
搬入量			6180000	3400000	2100100	4420000	3300000	2000000	4470000	

表2 搬出入量（残土の土質の異なる場合）

		1期		2期		3期		4期		5期	
		前期	後期	前期	後期	前期	後期	前期	後期	前期	後期
供給地	良土	150		180		90					
	不良土I類	30				40					
	不良土II類	30		40		40					
	土III類	10				10					
再処理施設1	搬入量	30	10			40	20				
	搬出量		30			10	40		20		
再処理施設2	搬入量	30		30		30		10			
	搬出量			30		30		30			10
不良土置場	搬入量	10		10		30	10				
	搬出量		10			10	30	10			
適性土置場	搬入量	40	70	30							
	搬出量		40	70		30					
受入地	搬入量	110		250		160	40	30	20		10
	繰越量	0		0		60		10		0	
	需要量	110		250		260					