

IV-93

建設残土の広域的再利用計画策定モデル

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

都市土木工事の需要拡大に伴い、建設残土の発生量も年々増加しており大きな社会問題の一つとなっている。そこで、残土利用の拡大を図るべく工事現場間での残土の相互利用を進める必要がある。しかしながら、残土利用の際には必要な品質を確保できること、必要な時期に必要な量の残土を供給できることが不可欠となる。これらの条件を満たすため、要求される土質に改良する再処理施設、残土利用時期を調整する残土置場を含めた総合的な残土輸送計画の立案方法を提案する。

2. 複数の再処理施設を設けた残土輸送計画

本研究では、残土輸送計画をいくつかの計画期に分割し、各期で発生する残土量をもとに問題を定式化する。各期で起こり得る残土輸送の流れは図-1のようになるが、各期で各需要地における需要量を満たさない場合については次期以降で優先的に供給することとする。また、供給地からの残土搬出終了期（T期）に不良土が図-1の流れの途中にあるときは再処理施設での処理遅れが生じるため、これを考慮する必要がある。さらに、再処理施設、不良土置場、適性土置場については残土の搬入搬出があるため、これらは需要地と供給地の役割を果たすことに注意して定式を行わなければならない。

ところで、残土輸送計画を輸送問題として定式化する際、供給量、需要量は与件とならなければならない。しかし、再処理施設が複数のときは、各計画期での不良土量が再処理施設の総処理能力に満たない場合、事前に各再処理施設に割り当てられる残土量を把握することは不可能である。そこで、本稿では各再処理施設に残土輸送優先順位を設定することにより残土処理量を決めることにする。さらに、残土輸送では輸送費だけでなく再処理施設での処理費用や残土置場での保管費用なども考慮しなければならない。したがって、本

$$Z = \sum_{i=1}^{T+L} \sum_{j=1}^{m+k+2} \sum_{j=1}^{n+k+2} (c_{ij} + c'_j) \times x_{ij}^t \rightarrow \min \quad \dots (1)$$

m：供給地数 k：再処理施設数

n：需要地数 L：処理遅れ

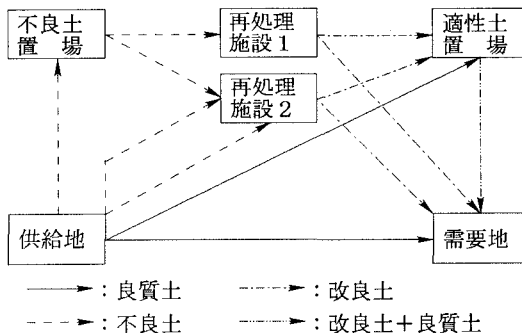
 c_{ij} ：供給地 i から需要地 j への輸送単価 c'_j ：再処理施設、不良土置場、適性土置場での諸費用 x_{ij}^t ：t期の供給地 i から需要地 j への輸送土量

図-1 建設残土の輸送パターン

表-1 各計画期における搬入搬出土量

計 画 期		1	2	3	4	5
供 給 地	良質土	150	180	90	0	0
	不良土	70	40	90	0	0
再処理施設	搬入量	40	40	40	20	0
	搬出量	0	40	40	40	20
再処理施設	搬入量	30	0	30	0	0
	搬出量	0	30	0	30	0
不良土置場	搬入量	0	0	20	0	0
	搬出量	0	0	0	20	0
適性土置場	搬入量	40	40	0	0	0
	搬出量	0	40	40	0	0
需 要 地	搬入量	110	250	170	70	20
	繰越量	0	0	0	90	20
	需要量	110	250	260	0	0

研究では目的関数を輸送費用だけでなく処理費用および保管費用を含めて式(1)のように定式化する。

3. 適用事例

ここでは2. で提案した輸送計画に対して以下に示すような仮想事例計算を行う。

需要地数: $m = 3$ (A1, A2, A3)

供給地数: $n = 3$ (B1, B2, B3)

再処理施設数: $k = 2$

供給量: $a_1=280, a_2=110, a_3=230$

需要量: $b_1=240, b_2=160, b_3=220$

計画期: $T = 3$

再処理施設の処理能力: $s_1=40(1), s_2=30(2)$ (() 内は優先順位)

表-2 残土輸送計画モデル

		B-1			B-2			B-3			施設1				施設2		不良土置場		適性土置場		搬出量
	計画期	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	4	1	3	3	1	2		
A1-1	1										6	∞	∞	∞	9	∞				30	
	2										∞	6	∞	∞	∞	∞	∞			20	
	3										∞	∞	6	∞	∞	9	3			40	
A1-2	1	2	∞	∞	5	∞	∞	8	∞	∞								3	∞	70	
	2	∞	2	∞	∞	5	∞	∞	8	∞								∞	3	100	
	3	∞	∞	2	∞	∞	5	∞	∞	8								∞	∞	20	
A-2	1										5	∞	∞	∞	8	∞				40	
	2										∞	5	∞	∞	∞	∞	∞			20	
	3										∞	∞	5	∞	∞	8	4			50	
A-3	1	1	∞	∞	7	∞	∞	2	∞	∞								9	∞	80	
	2	∞	1	∞	∞	7	∞	∞	2	∞								∞	9	80	
	3	∞	∞	1	∞	∞	7	∞	∞	2								∞	∞	70	
再処理施設1	2	∞	4	∞	∞	2	∞	∞	8	∞								∞	5	40	
	3	∞	∞	4	∞	∞	2	∞	∞	8								∞	∞	40	
	4	∞	∞	4	∞	∞	2	∞	∞	8								∞	∞	40	
再処理施設2	5	∞	∞	4	∞	∞	2	∞	∞	8								∞	∞	20	
	2	∞	8	∞	∞	4	∞	∞	16	∞								∞	6	30	
	4	∞	∞	8	∞	∞	4	∞	∞	16								∞	∞	30	
不良土置場	4										∞	∞	∞	4						20	
適性土置場	2	∞	6	∞	∞	9	∞	∞	4	∞								∞	0	40	
搬入量	3	∞	∞	6	∞	∞	9	∞	∞	4								∞	∞	40	
		60	100	80	30	40	90	20	110	90	40	40	40	20	30	30	20	40	40		

表-3 最適残土輸送計画

		B-1			B-2			B-3			施設1				施設2		不良土置場		適性土置場		搬出量
	計画期	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	4	1	3	3		1 2		
A1-1	1										30										30
	2										20										20
	3										20							20			40
A1-2	1				30														40		70
	2		100																		100
	3			20																	20
A-2	1										10				30						40
	2										20										20
	3										20					30					50
A-3	1	60						20													80
	2							80													80
	3			20				50													70
再処理 施設1	2				10			30													40
	3					40															40
	4			40																	40
	5						20														20
再処理 施設2	2				30																30
	4					30															30
不良土 置場	4											20									20
適性土 置場	2																				
	3							40											40		40
搬入量		60	100	80	30	40	90	20	110	90	40	40	40	20	30	30	20		40	40	

処理費用、保管費用をそれぞれ10,

5, 8とし、これを輸送単価に加えることで、各施設での諸経費を考慮に入れて輸送問題として解くことができる。表-3に結果を示す。輸送単価を ∞ と設定したルートへの残土輸送は生じておらず、実行可能かつ総輸送費用最少となる残土輸送計画が策定できた。

4. おわりに

本研究では、残土輸送問題の目的関数として残土運搬に要する輸送費用だけでなく、保管費用や処理施設での処理費用についても検討を行い、結果として、これらを考慮して定式化を行う場合はそれぞれの輸送単価に各費用を加えることで対応可能であることが確認できた。しかしながら、複数の再処理施設を含む残土輸送計画では定式化の際に各再処理施設への残土輸送量を事前に設定したが、本来、これは残土輸送計画全体を通して総輸送費用最少となるように決定されるものであるため、今後は定式化を行う際にこれらを考慮する必要がある。