

建設発生土類再利用センターの必要性と機能

A proposal of a recycling center for waste soil

○ 本城 勇介*	小川 俊二**	永瀬 信一***	渡辺 浩二****
Yusuke Honjo	Shunji Ogawa	Shinichi Nagase	Kouji Watanabe

Abstract: Amount of waste soil from construction activities is increasing year by year. Some 437 million cubic meters of the waste soil is generated in a recent year. Much of this soil is disposed to disposal sites, some in-land and some sea bottom, which cannot be considered as an effective usage of the waste soil. In this study, a waste soil recycling promotion center is proposed which enables more effective recycling of the waste soil. A feasibility study is also carried out for a soil treatment plant which is an indispensable part of this waste soil recycling scheme.

Key Words: waste soil, recycling promotion center, soil treatment plant

1. はじめに

建設発生土類とは、現在あまり有効利用がすすんでいない建設発生土、建設汚泥（泥土）、石炭灰、ダム堆砂の総称である。

近年の都市開発の活発化、地下利用の増大などにより建設発生土類が年々増加しつつある。建設省の資料（参考文献¹）によると、平成5年度においては日本全国で43,700万m³にも及ぶ膨大な量の建設発生土が搬出されている。しかし土質や使用時期の不一致などによりその多くはあまり有効利用とはいえない内陸山間地や海面に、埋め立て処分されている。またその一方では、埋戻しなどのために20,000万m³新規土砂の採取が行われている。

ところが、各事業者の連携による建設発生土類再利用センターを発足させて情報の一元管理、リサイクルプラントを設置して不良土の改良、ストックヤードを設けて使用時期の調整などを行えば、建設発生土類はかなりの程度有効資源化されるものと思われる。

本論文では、中部圏における建設発生土類再利用センターの全体構想と、リサイクルプラントの規模や、その機能について述べ、フィージビリティ・スタディーの結果について説明する。

2. 現行の処理施設

建設発生土類の有効利用を進めるためには、経済性を考慮して極力シンプルなりサイクルプラントの設置と安定した品質の改良土の供給システムの確立が重要である。

リサイクルプラントは、小規模工事に適した「移動式プラント」と、不良土の搬入と改良土の搬出に運搬を伴うが、大規模施設の設置が可能になる「固定式プラント」が考えられるが、ここでは大規模施設の

*岐阜大学工学部土木工学科 **（株）大林組名古屋支店土木工事部 ***鹿島建設（株）名古屋支店土木部

****大成建設（株）名古屋支店土木部

表－１ 先行しているセンター、機関のまとめ （１）

項 目	東京都建設残土 再利用センター	(物)首都圏建設資 源高度化センター	建設副産物情報 交換パイロット システム	東京港羽田沖残 土処理事業		その他施設
設立年月	平成４年度	平成３年６月	平成５年11月	昭和56年４月		
事業内容 及び目的	- 東京都建設残土再利用センターは、残土の再利用を促進するため①情報センター、②ストックヤード、③土質改良プラントの３つの機能を一体的な組織として整備し運用することにより残土の再利用を促進し、残土の処分量の削減を図ります - 施設は、中央センターを軸に、都内３ヶ所に設置する地区センターとから構成するものです - 建設残土再利用センター(中央センター)を中央防波堤内側埋立地に平成４年度開設いたしました	- 建設発生土の適正な受入管理業務 - 建設発生土による土地造成事業 - ストックヤード、土質改良プラントの管理運営 - 事業周辺環境整備事業 - 建設発生土利用に関する調査、研究、広報	建設副産物の再利用促進対策の一環として発注機関、建設業者および再資源化施設間における情報交換システムを確立するための試行システム	- 東京都から発生する建設残土、廃棄物を処理する - 本事業は、10年間の予定で東京国際空港に隣接する羽田沖(810ha)に年間400万m³を処理する - 埋立てられた土地は、空港移転用地とする		- 東京都下水道局中川処理場(都下水道工事が対象) - 東京ガスを始め各ガス会社や民間(改良プラントを所有し自社関連工事のみ対象)
運営形態	東 京 都	第３セクター	建 設 省	東 京 都		
施設概要	- 約 8 ha - 情報センター - ストックヤード(約 3 ha) - 最大ストック量 9.5万m³ - 土質改良プラント(約2.8ha) - 年間処理能力 28万m³	施設は所有していない	- 情報センター(財)日本建設情報総合センター(J A C I C) - 情報交換手段パソコンなどによるオンラインシステム、ファックスによる代行登録検査を用いたシステム	- 処分用地 810ha - 処分量年間400万m³ - ストックヤードと破砕設備を持つ 2箇所のバージ積出機橋を持つ		
対象建設 副産物	- 建設発生土(都発注工事のみ) *受入基準あり	建設発生土(公共工事のみ)	- コンクリート塊(東京都のみ) *国、都、公団の発注した工事	- 含水率50%未満の建設残土 - 径50cm以下のコンクリート塊		
現状の問題点など	- 需要が少なく持ち込みばかり増えヤードが回転しない - 受入基準に合う対象土が少なく計画生産量の確保が困難 - 情報センターも十分機能していない - 需要時期が年度末に集中する					

表－２ 先行しているセンター、機関のまとめ （２）

項 目	A S E C	名古屋西部 ソイルリサイクル㈱	㈱札幌道路維持公社	(財)大阪市土木技術 協会	大阪湾広域臨海環境 整備センター	その他施設
設立年月	平成４年１月	平成６年９月	平成４年４月	昭和58年４月	昭和５７年３月	
事業内容及び目的	・愛知県、名古屋市、 知多市、名港管理組 合及び、中電を含む 48企業の出資により 設立	・建設工事から発生す る土砂等を原料とし た改良土等の製造及 び販売することによ り、省資源、省エネ ルギー、資源の有効 利用による地球環境 保護を配慮した社会 作りと公共工事推進 の円滑化を図る	・アスファルト廃材の 再生処理販売 ・掘削残土は路盤材と して碎石、砂を生産、 販売	・道路工事の掘削土 ・市建設局の道路工事 に使用 ・12名	・フェニックス事業の 一環 ・積出基地（８カ所） から海運 ・廃棄物埋立護岸建設、 維持管理 ・廃棄物の海面埋立	・スーパーフェニ ックス計画 (運輸省港湾局)
運営形態	第３セクター	第３セクター	公共関与第３セク ター(札幌市が委託)	市の外郭団体	第３セクター	
施設概要	・敷地 56ha ・処分容量 491万m ³	・敷地 2.7ha ・土質改良プラント ・生産規模 20万m ³ /年	・処理能力 150t/H の路盤材プラント ・再生アスファルト ・改良プラント能力 年間 10.6万m ³	・敷地 0.8ha ・改良プラント 16万t/年 ・実績 平成３年 9万m ³ 処理	・尼崎沖埋立処分場 113ha、1,500万m ³ ・泉大津沖埋立処分 203ha、3,000万m ³	
対象建設 副産物	・燃えがら、無機性汚 泥、廃プラスチック 類、ゴムくず、金属 くず、ガラス及び陶 器くず、鉋さい、建設 廃材、ダスト類、第１ ３号廃棄物、建設残 土など11種類	・道路工事、公園、河 川の工事から発生す る掘削土等 〔名古屋市西南部 ５区 愛知県津島 土木管内 海部郡町村〕	・札幌市の道路工事で 発生する碎石及び良 質な土砂 ・アスファルト廃材 ・掘削残土 (良質のもの)	・アスファルト塊 ・コンクリート塊 ・掘削土 (最大含水比20%)	・一般廃棄物 (紙くず、木くず、 除く) ・陸上残土 ・浚渫土砂 ・産廃物 (149市町村分)	
現状の問題 点など		・操業開始 (平成７年11月)	・プラントのトラブル 大 5H/日稼働 ・改良土の供給先が少 ない ・対象土は良質のもの だけであり、基準外 のものは埋立処理し ている ・土砂の判断は試掘時 ・５月～11月の期間の み	・プラント能力 一杯稼働していない ・月ごとの変動 大きい		

設置が可能な「固定式プラント」について述べる。

全国にはそれぞれの地域で、東京都建設残土再利用センター（処理量28万m³/年）、（株）首都圏建設資源高度化センター、建設副産物情報交換パイロットシステム、東京港羽田沖残土処理事業（処理量400万m³/年）、A S E C、名古屋西部ソイルリサイクル（株）（処理量20万m³/年）、（株）札幌道路維持公社（処理量10.6万m³/年）、（財）大阪市土木技術協会（処理量9万m³/年）、大阪湾広域臨海環境整備センターなどが処理施設として運用されているが、それぞれの設立にかかった事業者が利用することが中心で、いずれも各発注機関を横断的統括して運用するシステムになっていないのが現状である。また、その詳細は、表-1、2に示す。

3. 中部圏建設発生土類再利用センターの全体構成

筆者らが提案する中部圏を対象とした建設発生土類の再利用センターの全体的な構成は、おおむね次に述べるようなものである。

3. 1 受け入れ対象事業者の範囲

- ・国（建設省、運輸省、農林水産省、道路公団、下水道事業団など）
- ・地方公共団体
- ・民間（中部電力、東邦ガス、N T T、J R東海、近鉄、名鉄、など）

がある。プロジェクトの発注時期の調整、土工材料の使用規制（建設発生土類の直接流用及び改良土の利用義務化）などを視野にいとると、国、地方公共団体及び民間工事の大規模なものを対象にするものが適当と思われる。

3. 2 建設発生土類再利用センターの全体組織

中部圏は、静岡、愛知、岐阜、三重の4県に及び、人口集中地域が分散している。そのため、東京都残土再利用センターのような1系統の組織では問題があると思われる。中部圏においては頭脳部分である発生土類再利用センターは、名古屋市内に設置し、リサイクルプラントは、点在する人口10万人以上の都市を網羅した地域の中心付近である、静岡県の清水市、愛知県の豊橋市、及び名古屋市、三重県の松阪市付近の臨海部に独立して設置することが望ましいと考えられる。そして、その下には地方の特性を考慮した地区センターを必要数点在配置するものとする。例えば愛知県の場合は既設処理センターである〈A S E C〉、あるいは〈名古屋西部リサイクル（株）〉などの機能・能力も考え、岐阜県南部も範囲に入る内陸部の一宮市付近などに地区センターを持つリサイクルプラントを名古屋市臨海部に設置する必要があると思われる。 図-1に、この全体構成の概念図を示した。

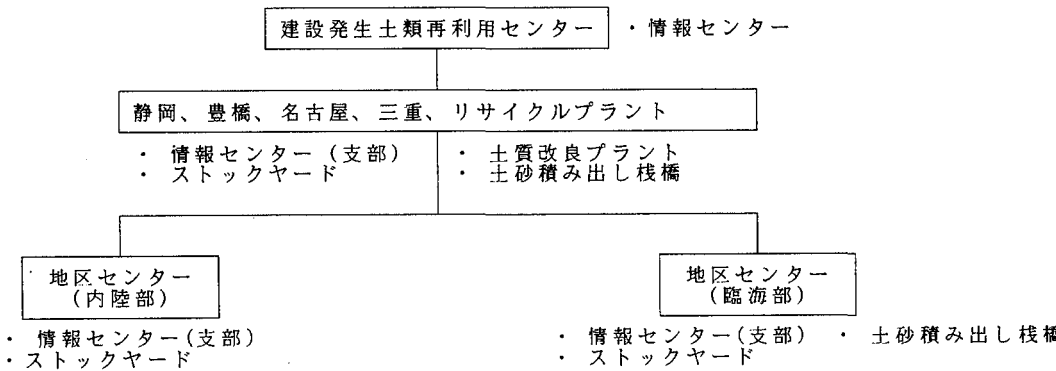


図-1 建設発生土類再利用センターの全体構成

3. 3 建設発生土類再利用センターの機能

建設発生土類再利用センターは、次のような情報を収集し全体組織を管理する機能を有する必要がある。

(1) プロジェクトに関する情報

建設発生土類の再利用を図るためには、施工場所・工期・工種など、現在及び将来のプロジェクトに関する情報の把握が必要である。

(2) 地質・地盤情報

構想、基本計画段階などにおいては、情報が不確定であり、詳細のボーリング調査や土質調査データの入手が困難であることが多い。そこで、建設位置などが定まれば、既存の地質調査データをもとに、地層や土質に関する情報が、与えられるよう、地域ブロック全体の地質情報を整備しておく必要がある。

(3) 仮置・リサイクルプラントに関する情報

建設発生土類の再利用に際しての問題点として、利用用途に応じた土質材料が得られないことや、発生側と受け入れ側との間に生ずる時期のずれなどがある。これらの問題に対処するためには、土質改良を行うためのリサイクルプラントやストックヤードやが必要になる。発生土類の再利用を図るには、現場間で直接流用するケースだけを想定するのではなく、これらの施設を経由する場合を含めて管理する必要がある。

(4) 運搬・交通に関する情報

建設発生土類の再利用を検討する際に考慮すべき事項として、建設発生土類の運搬（距離、経路）の問題がある。海上運搬の場合は、出発点と帰着点を定めることにより、運搬経路を一義的に決定することができる。しかし、陸上運搬の経路を考える場合、発生土類の運搬に使用できる道路網の分布が比較的均一である地域については、運搬経路を選択された2点間の距離をパラメータとして最適ルートを決めることができる。しかし、建設発生土類運搬の住環境や交通への影響が大きい都市部や、地形条件などにより不均一な道路網を形成している地域に適用すると、現実と理論解との差異が大きくなる可能性があり、対象エリアの地域特性を十分考慮した運搬経路を選択的にあたえることで、運搬経路の最適ルートを決定できると考えられる。

3. 4 受け入れ対象地域

土地の確保、人口の密集度、道路条件、リサイクルセンターの業務内容、土運搬船による搬出などを考えると、リサイクルプラントの設置場所は、臨海地区が良いと思われる。

また名古屋市の資料（参考文献²）によると残土の平均運搬距離の実績は、土砂で20.46km、粘土で34.82km、泥土で24.24kmある。人口10万人以上の都市の所在位地（建設発生土類の生産地域）あるいはリサイクルプラントの対象となる第3種、第4種、及び泥土のことを考えると、受け入れ対象地域は臨海地区から半径30km圏内とするのが良いと思われる。

3. 5 中部圏の残土発生量

建設省中部地建の資料（H5年）（参考文献¹）によると、現在あまり有効利用とは考えられない搬出先である海面埋め立て及び内陸受入処理されている残土の、第1、2、3、4種及び泥土の非有効利用量は、表-3、4の通りである。もし建設発生土再利用センターの情報管理があれば第1種と第2種の残土はそのまま有効利用できる。また、リサイクルプラントで改良すれば第3種、4種及び泥土の一部も有効利用できる。

表-3 第1種・2種の非有効利用量
(単位千m³/年)

工事場所	第1種	第2種	計
岐阜県	2,682	1,613	4,295
静岡県	1,933	2,280	4,213
愛知県	4,286	3,286	7,572
三重県	1,069	1,612	2,681
計	9,970	8,791	18,761

表-4 第3種・4種及び泥土の非有効利用量
(単位千m³/年)

* 1 m³ = 1.5 t で換算(泥土)

工事場所	第3種	第4種	泥土	計	既設プラント	プラント不足量
岐阜県	618	1,216	97	1,931	0	1,931
静岡県	2,131	1,535	123	3,789	100	3,689
愛知県	3,683	1,285	405	5,373	200	5,173
三重県	213	497	131	841	0	841
計	6,645	4,533	756	11,934	300	11,634

4 リサイクルプラントのフィージビリティ・スタディー

4.1 リサイクルプラントの規模

中部圏でのリサイクルプラントの年間処理規模は、発生量から既存プラント能力を差し引いた量となり、最大の愛知県で517.3万m³/年、最少の三重県で84.1万m³/年程度が必要となると思われる。よって、発生土類の完全な有効利用を達成するためには、既設プラント規模(東京都28万m³/年)などから考えて50万m³/年単位の能力を持つリサイクルプラントを必要に応じて複数点配置させるのが必要と思われる。

4.2 リサイクルプラントの機能

(1) リサイクルプラントの基本コンセプト

本プラントは、設立後有効に機能するために、改良対象となる残土などの種類を極端に広げたものとする。

すなわち、『アスファルト・コンクリートガラ、岩石』から『含水比80%以下の泥土』にいたるまで受け入れ、前処理ないし養生のあと、残土とともに処理・改良できるプラントとする。但し、第1種の砂礫などをふるいわけて、コンクリート、道路路盤材などのための骨材生産は、おこなわないものとする。

(2) 改良土の品質

改良土の性状は、使用する目的によって要求される様々な品質に対応できるようにする。

1) 粒 径

<13mmアンダー>～<25mmアンダー>を、ふるい網の交換により適宜選択。

2) 強度(CBR)

100%程度を上限として、主として土質改良剤(生石灰)の添加量を加減して、適宜設定CBRは主として生石灰の添加率で決定されるため、添加設備は対象土重量比で5%の供給能力を持たせる。

(3) リサイクルプラントの設備能力

1) 1センター当たり処理量

50万m³/年・箇所であり、地山重量2t/m³とすると、100万t/年・箇所となる。

2) 時間当たり処理量

- ・年間稼働日 : 300日/年
- ・日稼働時間 : 実動8時間/日

$$1,000,000 \text{ t/年} \times \frac{1}{300 \text{ 日/年}} \times \frac{1}{8 \text{ 時間/日}} = 416 \text{ t/時}$$

3) 1系列当たりの規模

土質改良プラントは、＜100～150t/時＞程度のものが一般的であり、この程度の規模がメンテナンス性も良い。ここでは、建設コストを考慮して2系列とし、210t/時・系のものを考える。

$$416\text{t/時} \times \frac{1}{2\text{系列}} = 208\text{t/時} \cdot \text{系} \rightarrow 210\text{t/時} \cdot \text{系}$$

なお、幅広い残土を処理対象とするために、条件によっては効率を落として（能力に余裕を持たせる）機種選定を行った。

4. 3 主要機械仕様

以上述べて来たような処理設備の2系列（2系×210t/時・系）の主要機械仕様を表－5に示す。またリサイクルプラントのフローは図－2に示す。

表－5 主要機械仕様

N O	機器名称	台数 *1	機器仕様		備考
			型式	能力	
1	大塊破砕機	1	ショークラッシャー	50t/hr	
2	定量供給機	2	鋼板製エプロンフィーダー	210t/hr ホッパー容量:5m3	
3	大塊排出ふるい	2	バースクリーン	250t/hr 分級点≒300mm	
4	中塊ふるい	2	トロンメル	250t/hr 分級点:100～150mm	
5	N01破砕機	2	一軸ロール式	50t/hr	
6	N02破砕機	2	二軸ロール式 (鬼歯付き)	250t/hr	
7	解砕・混合機	2	ハトル式ミキサー	350t/hr	
8	製品ふるい	2	二段振動ふるい	下段分級点≒13～25mm 上段分級点≒40～50mm	
9	N03破砕機	2	二軸ロール式 (スミス式)	100t/hr	
10	N01～N02磁選機	各2	ベルト式磁選機		
11	N01計量器	2	ベルトスケール	N01 250t/hr	
	N02計量器	2	ベルトスケール	N02 100t/hr	
	N03計量器	2	ベルトスケール	N01 250t/hr	
12	(改良剤添加設備)				
1	生石灰貯槽	1式	立型円筒式	135t (2日分)	*2
2	供給設備	2	定量供給機+計量器	10.5t/hr	*3
13	(搬送設備)	1式			
1	改良対象土用		ベルトコンベヤー	250t/hr	ベルト速度 50m/min
2	手選別用		ベルトコンベヤー	250t/hr	40m/min
3	再破砕用		ベルトコンベヤー	100t/hr	60m/min
4	製品用		ベルトコンベヤー	250t/hr	100m/min
5	製品ストック用		トリッパ式ベルトコンベヤー	250t/hr	100m/min
14	(重機)				
1	ショベルローダー	7	4.3m3		
2	バックホー	3	1.3m3		
3	バックホー	2	0.7m3		
4	フルドーザ	1	16t級		
5	タンクトラック	1	10t		
6	散水車	1	8kℓ		
15	(土地・建物)				
1	土地	—	地盤改良含む	200m*100m	
2	管理・機械棟	1	SRC造	20m*20m*2F	
3	大塊破砕棟	1	S造	10m*10m	
4	一次破砕棟	1	S造	15m*38m	
5	二次破砕棟	1	S造	15m*20m	
6	製品ふるい	1	S造	15m*25m	
7	ゲート室	4	S造	6m*3m	
8	残土ヤード	4	S造	20m*20m	
9	残土ヤード	4	S造	15m*20m	
10	養生ヤード	1	S造	24m*94m	
11	改良土ヤード	1	S造	12m*52m	

*1 台数は1プラント＝2系列当たりを示す *3 添加率5%とした場合の供給量
*2 添加率2%とした場合の2日分

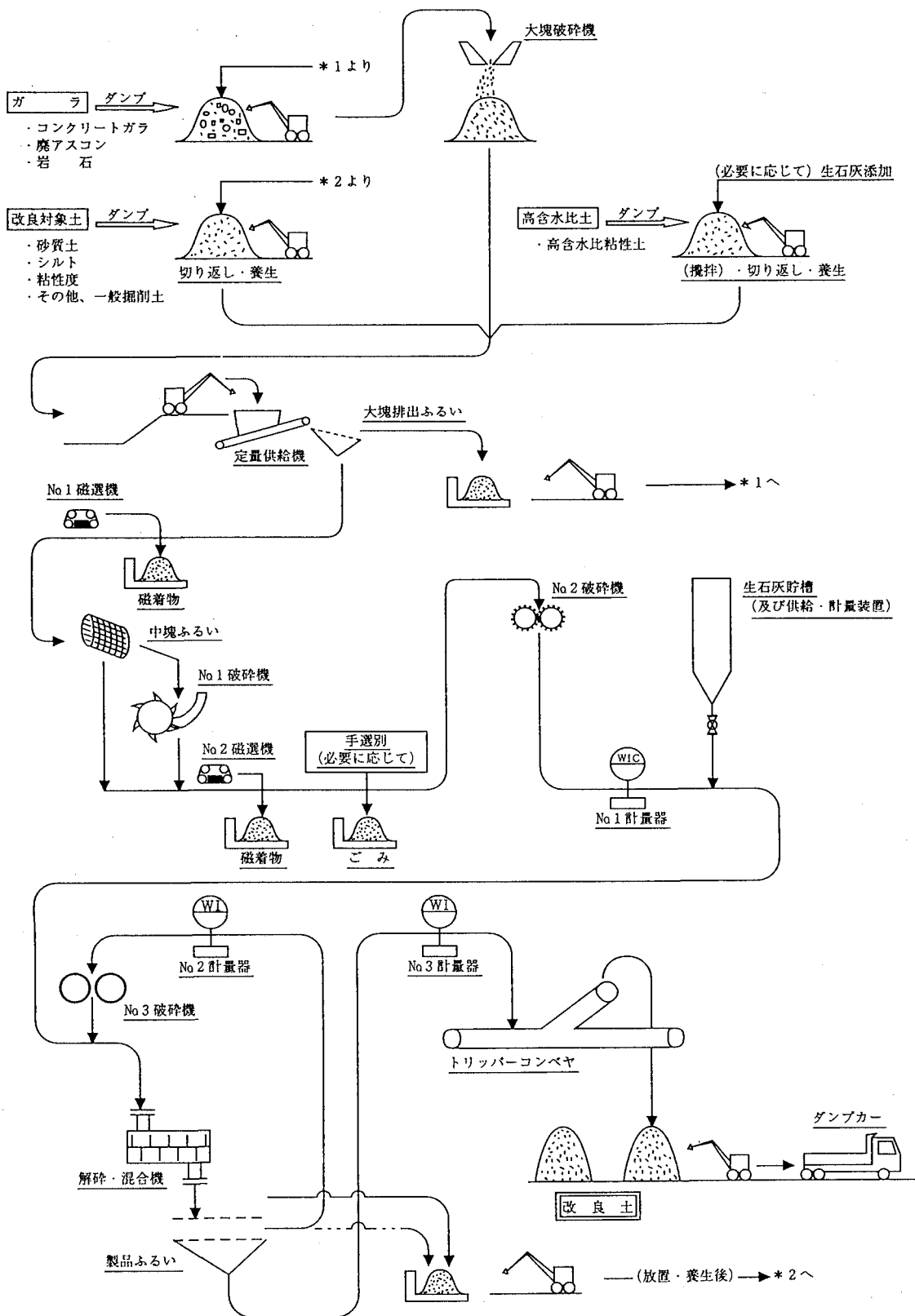


図-2 リサイクルプラントフロー図

4. 4 残土改良費

残土 1 m^3 当たりの改良費を計算するに当たっての諸条件を次のように定めた。

- ・用地費は不算入
- ・土木建築費の償却年は、30年とする。
- ・プラント設備、重機の平均償却年は、6年とする。
- ・年間残土改良量（地山重量 2 t/m^3 ）は、 $210\text{ t/時} \cdot \text{系} \times 2\text{ 系} \times 8\text{ 時間} \times 300\text{ 日/年} = 1,008,000\text{ t/年}$
 $1,008,000 \div 2 = 504,000\text{ m}^3/\text{年}$
- ・維持管理費は、リサイクルプラントを管理・運転する人件費、材料費（生石灰）、電気料金、油脂燃料費などである。

備費			
土木建築費	$1,494,000,000\text{ 円} \times 1.1$ （諸経費）	$\div 30 \div 504,000\text{ m}^3$	$= 109\text{ 円/m}^3$
機械設備他	$6,202,000,000\text{ 円} \times 1.1$ （諸経費）	$\div 6 \div 504,000\text{ m}^3$	$= 2,256\text{ 円/m}^3$
	小計		$= 2,365\text{ 円/m}^3$
持管理費	$823,630,000\text{ 円} \div 504,000\text{ m}^3$		$= 1,634\text{ 円/m}^3$
	合計		$= 3,999\text{ 円/m}^3$

以上の試算により、改良土は、 1 m^3 当たり約4千円の改良費用を要すると考えられる。

5 おわりに

現状では、建設発生土類が環境に及ぼす影響と問題点としては、次のようなものがある。

- ・内陸山間地および海面に埋立て処分による影響

内陸山間地では森林や希少生物などの生態系破壊、土砂崩壊、土砂流出、濁水流出や有害物質浸出による水質汚濁や汚染が発生しており、それが部分的でなく周辺にまで拡大して環境に負荷を及ぼしている。

また、処分地不足からくる不法投棄も後を立たないのが現状である。

- ・運搬が及ぼす影響

運搬経路では大型ダンプトラックによる交通事故、交通渋滞などの交通問題や、粉塵、振動、騒音などの交通公害や、排気ガスによる大気汚染などが生活環境や地球環境へ影響を及ぼしている。さらに、最近のトラック積載量規制の強化や処分地の遠隔地化により、このような傾向は今後ますます増加することが確実と考えられる。

- ・土砂採取が及ぼす影響

土砂、砂、石材の採取地においても、森林や生態系の破壊、土壌浸食や、運搬に伴う交通渋滞、排気ガスによる大気汚染が生じている。

本報告では、このような問題点を軽減するための方策として、建設発生土類再利用センターの設置を提案し、簡単なフィージビリティ・スタディーを実施した例について述べた。

しかし、現状では、新規採取土砂が、 $2,100\text{ 円/m}^3 \sim 2,900\text{ 円/m}^3$ であるのに対し、改良土が約 $4,000\text{ 円/m}^3$ のコストがかかることと試算された。これは、現状ではコストの安い新規土砂が利用されやすいことを示している。近年議論されることの多くなってきた環境破壊などの社会的費用を、どのように定量的にコストの中に反映させていくかが課題であると思われる。

地球環境保全という立場から考えると、従来のコストによる評価だけでなく、破壊したものの修復費をど

のように考慮するかが課題である。

このような多くの問題を抱える中で、自然循環型、省エネルギー型の社会システムの形成を図るためには建設発生土類を有効に活用するシステムの構築や技術開発が急務の課題である。

謝辞：本研究を行うにあたりご指導、ご援助頂いた名古屋大学の松尾教授、林教授、中野助教授、神戸大学の富田助教授、長岡技術科学大学の太塚助教授、中部電力(株)の各位には、深く謝意を表します。

参考文献

- 1) 建設省：平成5年度建設副産物実態調査
- 2) 名古屋市建設廃棄物処理対策協議会：平成5年度「残土処理（実施）書」集計結果報告書
- 3) 今井一之、片岡賢一、花木道治、：建設発生土の現状と問題点、土木学会、1996年10月
- 4) 林良嗣、木村稔、富田安夫、新見佳朗、原田健二：建設発生土再利用のための地域コーディネーションシステム、土木学会、1996年10月
- 5) 近藤寛通、木村稔、太塚悟、新見佳朗、堤博恭：石炭灰有効利用のための土質改良材としての土質試験