

土砂災害廃棄物の再生利用

○野口真一¹・中村吉男²・今山真治²

¹ 泥土リサイクル協会・² ㈱アイコ

1. はじめに

近年、我が国では時間 100mm を超える豪雨の増加が記録され局所的豪雨の発生の増加傾向が指摘されている。平成 21 年 7 月 19～26 日に起こった「09 年 7 月中国・九州北部豪雨」では土砂災害が、28 道府県で発生し、死者 22 名、負傷者 7 名の人的被害を伴うものであった。国土の約 7 割を山地が占める日本では、都市化の進展等に伴い上流山間地に至るまで土砂災害の危険性が高まっており、国土交通省の調査によると土砂災害警戒区域は全国で約 108,393 箇所²⁾に及ぶとされている。

土砂災害の復旧工事は、災害関連緊急事業により、現況の災害廃棄物を除去し、堰堤等の砂防施設の設置や抑制工、抑止工を行い土砂災害から地域の安全を確保することが図られるが、現況の災害廃棄物は、河道閉塞（天然ダム）や道路閉鎖により地元住民を孤立させるなど早急な撤去が求められる事例が少なくない。また、従来の復旧工事において、土石流および河川氾濫によって発生した災害廃棄物は廃棄処分されることが多く、これを再生利用し復旧事業に活用することができれば、災害対策事業費の低減が図られ防災事業により多くの費用が投資でき、災害に強い町づくりに寄与できる。本論は、このような災害廃棄物を地盤材料や材木等の再生材料に再生利用する事業概念を示すものである。

2. 災害廃棄物の取り扱いに対する提案

災害廃棄物のリサイクルに関する国（環境省）の考え方として、その必要性が 2005 年 3 月 29 日に行われた衆議院環境委員会「災害廃棄物、産業廃棄物問題」での小池環境大臣の答弁で論じられている。この議事録によると、「災害廃棄物についても、できるだけリサイクルそして減量化を進める必要は、これは当然であろうかと思っております。災害廃棄物をどうやって分別して、その中間処理、最終処分をするのかということについては、あらかじめ計画を定めていただいて、中継機能であるとか分別処理のために必要となります仮置き場、リサイクルなどを行う中間処理施設の確保などについて検討しておく必要があるかと思えます。こういったことで、震災廃棄物対策指針などによりまして、環境省として指導も続けてきたところでございます。」と記述¹⁾されており、これを受けたいくつかの地方自治体では「災害時における災害廃棄物処理等の協力に関する協定書」等が策定されている。

一方、災害廃棄物は、産業廃棄物あるいは一般廃棄物のいずれに該当するか、その取り扱いが難しい。環境省の通達、環廃対発 050328005 には「災害により発生した産業廃棄物を処理する場合の・・・」とあるように産業廃棄物として捉える場合もあるが、水没した畳等のような家庭から排出されたものは一般廃棄物として捉える場合もあり、発生土のように、廃棄物として定義されない場合もある。

このように災害廃棄物の取扱いは明確には定義されていないことから、本論では、対象としている災害廃棄物の特性を、①対象となる災害廃棄物は起因した災害が土石流等の土砂災害であることから、そのほとんどが土砂である。②土石流は大量の雨水によって地盤が飽和状態になって発生するため、流出した土砂は高含水状態であるとともに、流木、根、瓦礫等が混入している。③しかしながら、水分ならびに混入物を取り除き適正な処理を施せば土砂として流用できると捉え、これより、災害廃棄物は、一般発生土として取り扱うことを前提とし、リサイクル処理は許可の必要性はないものと考え、議論を進めることとした。ただし、コンクリートガラや木・竹類、ガラス類、紙・繊維類、プラスチック類、金属類等の産業廃棄物が混入している場合は、再生利用できるものと産業廃棄物として取り扱うべきものを選別し適切に処理するものとする。

3. オンサイト（現場内）再生処理

従来、災害廃棄物の処理は、現地で撤去したものを場外の仮置き場に運搬し中間処理することが、一般的な方法とされ、現地作業は、重機による選別や簡単なスクリーン（選別機）、トロンメル（回転型選別機）の利用に限られていた。

一方、近年の建設機械の開発はめざましく、土質改良機、選別機、破碎機等の多くは自走式で処理能力を著しく向上させた汎用機が市場に提供されるようになった。汎用性のある建設機械を現場の状況に応じて組み合わせ、現場に応じた最適な選別システムを構築することは、中間処理施設を経由してリサイクル施設や最終処分地に運搬する場合に比べて、リサイクル率の向上、コストならびに環境負荷低減を同時に図ることができる。本論では、災害廃棄物の再生処理をオンサイトで行う方法を提案する。

Recycling of Wastes due to Geodisaster

Shin-ichi Noguchi¹, Yoshio Nakamura², Shinji Imayama² (¹Mud Recycling Association, ²AICO co. Ltd)

KEY WORDS: Recycling, Geodisaster, On site Screening, Reduce Environmental Burden

3.1 再生処理の概要

図-3.1は、土石流・河川氾濫により発生した災害廃棄物の取り扱い区分を示したものであり、ここでは、①流木、②玉石、③砂礫を含み比較的含水比の低い土砂（砂礫と表記）、④泥状を呈した含水比の高い土砂（泥土と表記）及び⑤災害ごみ（ごみと表記）の5つに区分し選別する。そして、ごみ以外の災害廃棄物は、選別後、現地で破碎処理・改良処理を行い、それぞれの用途に応じて復旧工事に用いる建設資材として再生利用する計画とする。

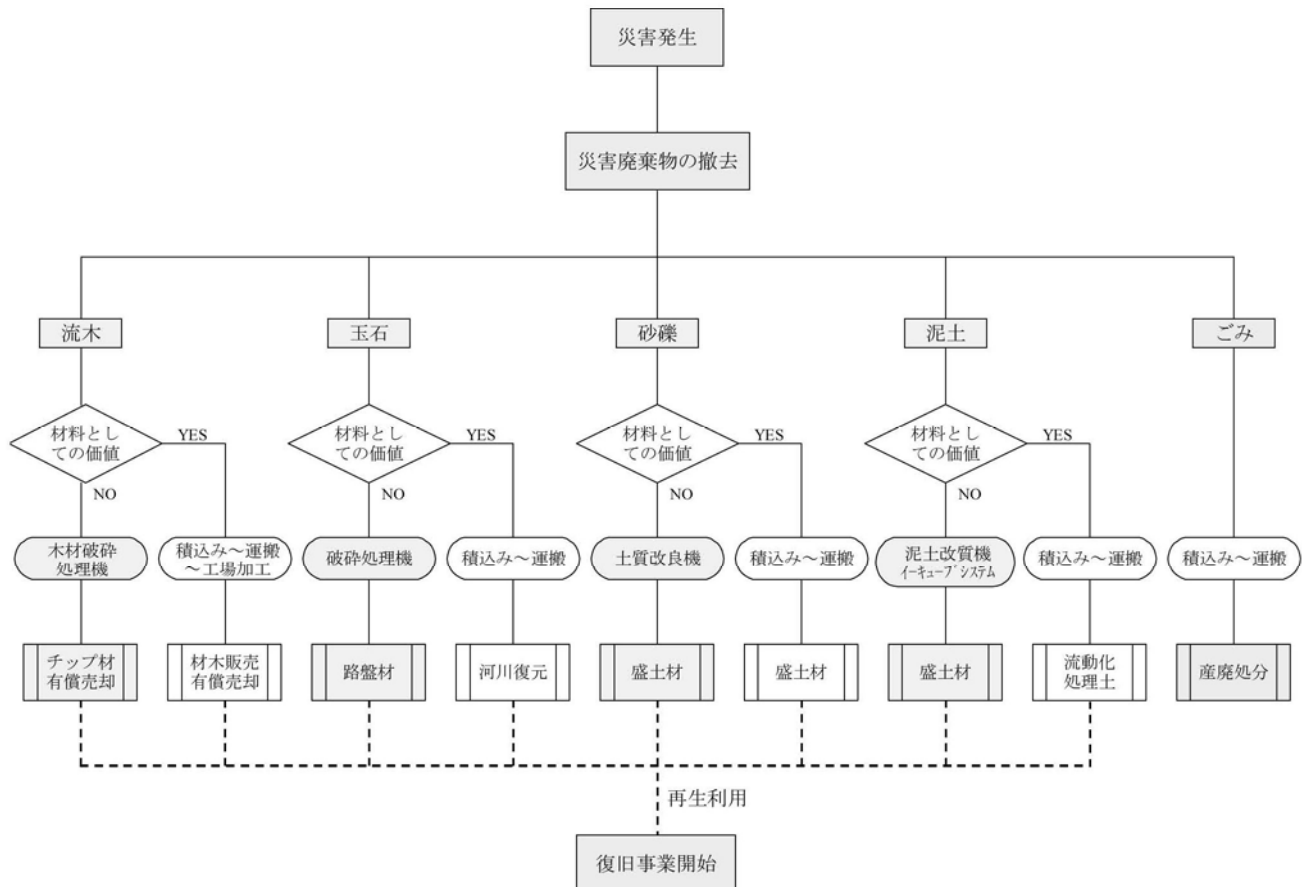


図-3.1 土石流・河川氾濫によって発生した災害廃棄物の再生利用フロー

3.2 オンサイト再生処理による効果

オンサイトでの災害廃棄物処理の直接的な利点は、コストの縮減と工期短縮にある。すなわち、従来の廃棄処理は、仮置き場まで廃棄物を搬送し、人力やバックホウを用いて簡易に選別処理した災害廃棄物を、中間処分場、最終処分場で処理する形態は、作業効率が悪くコストや工期が増大する。これに対し、オンサイトで災害廃棄物を選別（スクリーニング）すれば作業効率が向上し、処理後直ちに現地の復旧材料として再生利用できるため、コストの縮減、工期の短縮となる。また、オンサイト再生処理は、前述した環境省が目指す産業廃棄物処理の在り方における、目的を持った選別・改良処理を行うことができ、これにより災害廃棄物を再生利用した災害復旧の事業化が図られる。そして、地域住民に事業内容を開示することができるので、災害廃棄物の処理は単なる廃棄処分ではなく、行政の積極的な災害復旧事業としてイメージしやすくなる。更に、間接的な効果として以下のような環境負荷低減効果が期待できる。

〔予想される効果〕

- ・国土交通省ならびに環境省施策の推進
- ・リサイクルによる最終処分場の延命
- ・リサイクル処理土の流用による新材の低減（山砂の採取等の環境保全）
- ・産業廃棄物業界の健全化
- ・資源循環コストの低減
- ・公共事業費の縮減（建設費の削減）
- ・リサイクルを促進することによるモラルの向上
- ・CO₂の削減

4. 計画立案に際する考え方

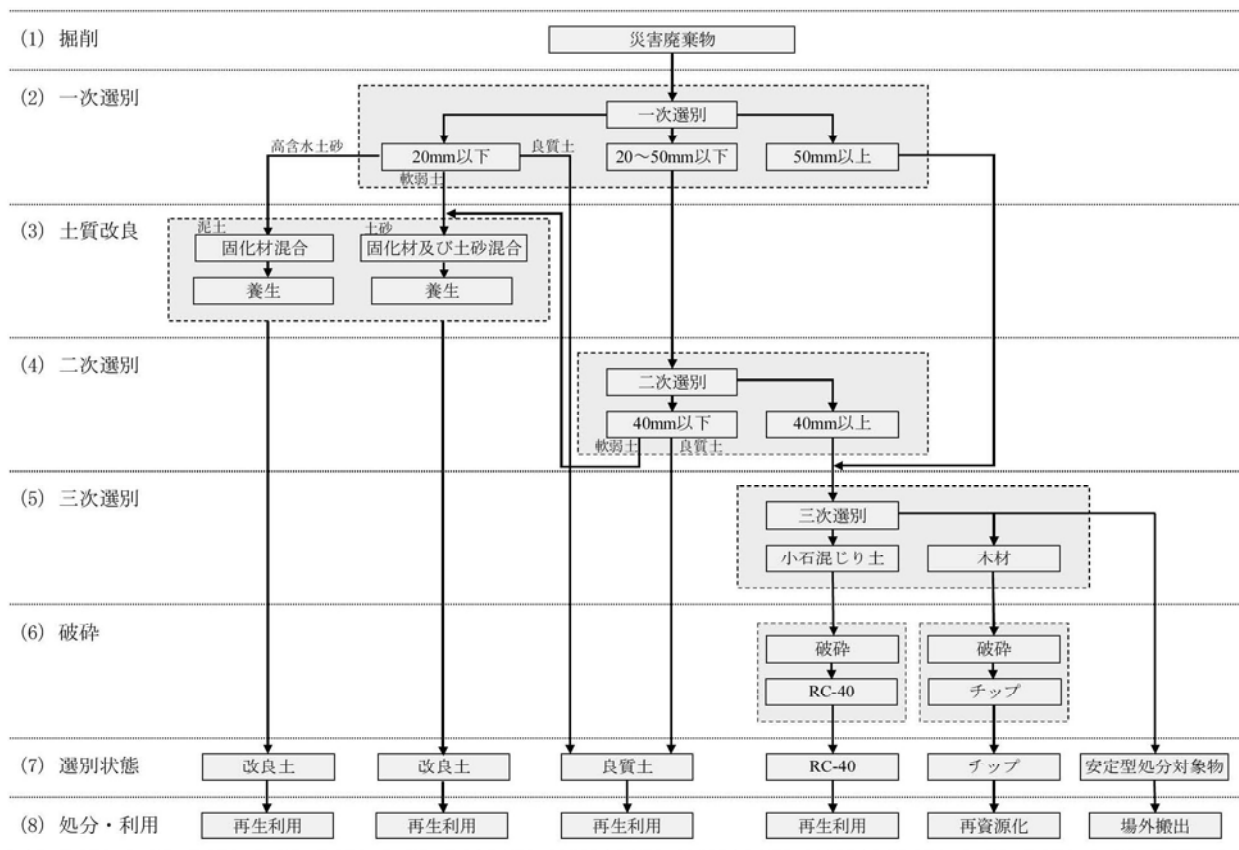
4.1 施工条件の想定

災害廃棄物処理の具体的な計画立案に際し、施工条件を次のように想定した。

- ① 基本条件として、選別ならびに改良工事はオンサイトで行うものとし、工事期間は降雪地域の冬季以外は通年の施工が可能と考える。また発生する災害廃棄物の総量は、対象量は 20,000m³ 程度を想定し単位時間当たりの処理量から、選別種類別の内訳を算出する。
- ② 災害廃棄物は、廃棄物組成ごとの処分および利用方法を明確にし、ガラス類、プラスチック類は安定型処分場へ、また紙・繊維類は管理型処分場へ搬出し、再生利用するものは、復旧工事の建設資材として地盤材料、再生碎石、再生木材として利用する。
- ③ 選別した廃棄物は、有害物質の含有、溶出は無いものとし、その恐れのあるものは、各処分場で受け入れが可能であるものとする。

4.2 選別方法

災害廃棄物の選別処理は、図-4.1 に示すように一次～三次までの 3 段階で行う。一次選別では、写真-4.1、-4.2 に示すように災害廃棄物を油圧ショベルで大きな礫、木材、ごみなどの異物を取り除き、フィンガースクリーンを用いて 20mm 以下（アンダーサイズと呼ぶ）、20～50mm（ミドルサイズと呼ぶ）50mm 以上（オーバーサイズと呼ぶ）の 3 つのサイズに選別する。フィンガースクリーンは、写真-4.3、-4.4 に示すように文字通りフィンガータイプのスクリーンを配し、トロンメルのような網目状のスクリーンを有する選別機で問題となる目詰まりを抑え、メンテナンスコストの低減が図られることが利点とされている。一次選別されたアンダーサイズは更に、土質特性を考慮し土砂・泥土に区分し、自走式土質改良機を用いて固化材を添加混練する安定処理を行う。また、ミドルサイズは、更にフィンガースクリーンを用いて 40mm で選別し、20～40mm 未満は良質な土砂としてそのまま地盤材料として流用し、40mm 以上は一次選別のオーバーサイズと共に三次選別ヤードに搬送する。三次選別ヤードでは玉石や礫と木片、金属などの異物を選別する。玉石、礫は圧縮破碎機（ジョークラッシャー）を用い破碎し RC-40 等の再生碎石として利用する。なお、ジョークラッシャーには磁選機を装着し金属の選別を行う。木材はせん断破碎機（シュレグダ）よりチップ化し再生利用する。粗選別された災害廃棄物のタタミとシュレグダにより裁断されたタタミの状況をそれぞれ写真-4.5、-4.6 に示す。



(注1) 20mmふるい通過分を、土砂類と定義した。

図-4.1 災害廃棄物の選別処理



写真-4.1 フォークショベルを用いた粗選別



写真-4.2 粗選別後の災害ゴミ



写真-4.3 フィンガースクリーンによる選別



写真-4.4 フィンガースクリーン



写真-4.5 粗選別されたタタミ



写真-4.6 裁断されたタタミ

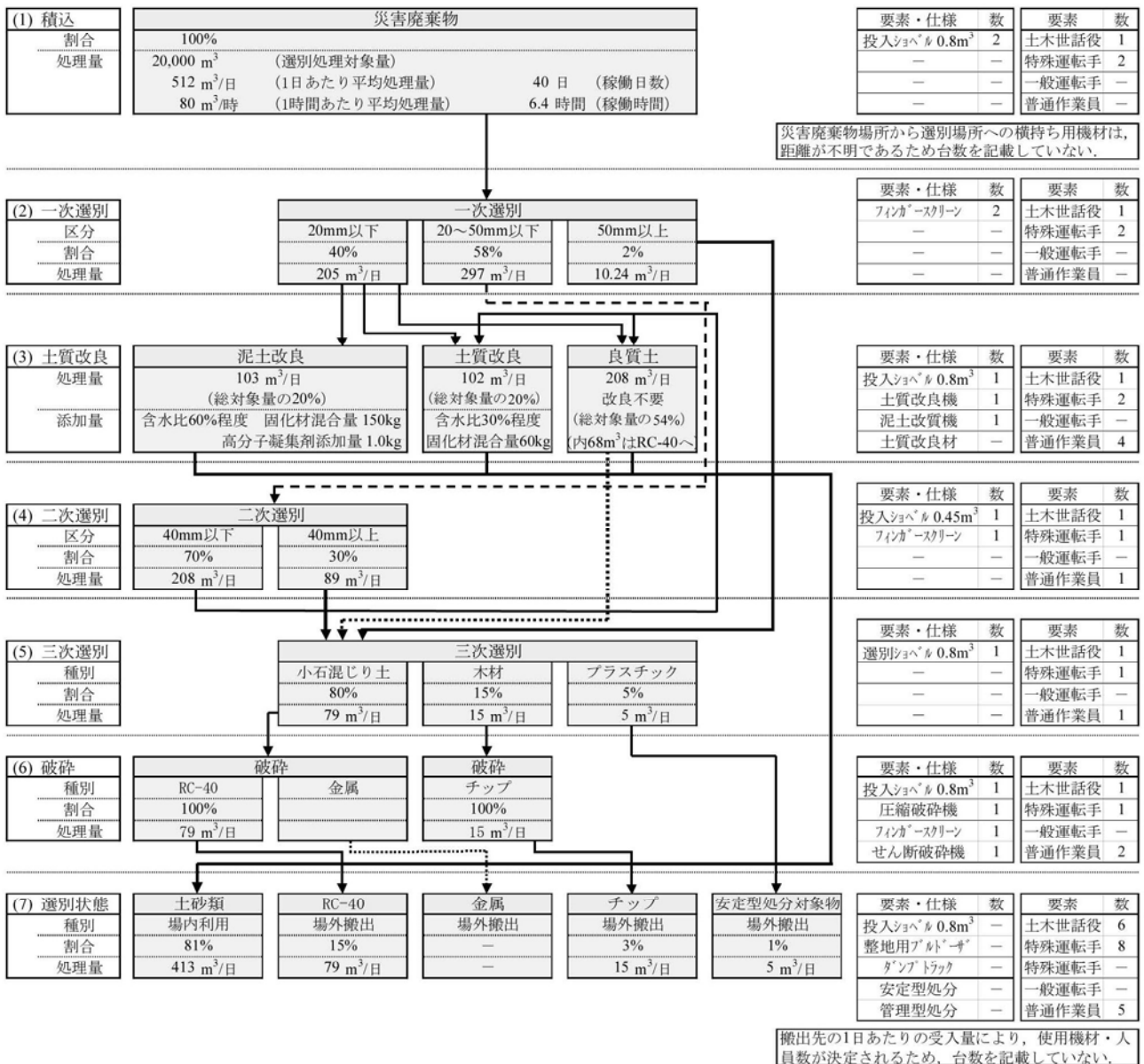
4.3 処理能力とCO₂排出量の抑制度

選別処理対象量 20,000m³を稼働日数 40 日（稼働時間 6.4 時間/日）で処理する場合の 1 日あたり平均処理量及び 1 時間あたり平均処理量は、それぞれ 512m³/日、80m³/時と算定される。これより工種別の必要機械台数は図-4.2 に示すとおりとなる、また、処理ごとの基本的な機械の配置構成は図-4.3 に示す 63m×81m のヤードで一括処理が出来る。

ここで、オンサイト処理における CO₂ の抑制度について議論してみよう。使用機械の CO₂ 排出量は、「建設施工における地球温暖化対策の手引き」³⁾に基づき算定し、各工種ごとで使用する重機に割り当て、1,000m³の災害廃棄物を処理する場合の CO₂ の発生量を求めると表-4.1 に示すようになる。また、建物の LCA 指針（案）⁴⁾によれば、砂利、採石、木材（製材品）の CO₂ 排出単位公表値はそれぞれ、0.00565kg-CO₂/kg、0.00693kg-CO₂/kg、0.1089kg-CO₂/kg であるとされており、1,000m³の災害廃棄物から図-4.2 で示す割合で土砂 810m³、採石 150m³、木材（チップ材）30m³が活用できる資材として再生されるならば、各材料のかさ比重を考慮して（0.00565 kg-CO₂/kg×810 m³×1,800kg/m³+0.00693kg-CO₂/kg×150m³×2,000kg/m³+0.1089kg-CO₂/kg×30m³×1,000kg/m³）=13,583 kg-CO₂の CO₂ 排出量の削減になる。一方、1,000m³の災害廃棄物を全て廃棄処分した場合の CO₂ 排出量は、積み込み・運搬等の処分工で 1,000m³×（1.001+15.033）kg-CO₂/m³=16,034 kg-CO₂となるから、オンサイト処理による CO₂ の排出量の抑制率は、5,961 kg-CO₂/（16,034+13,583）kg-CO₂=20%となる。

表-4.1 オンサイト処理による災害廃棄物 1,000m³ 当たりの二酸化炭素排出量

工 種	使用機械	施工量 (m ³)	1m ³ 当たりの 二酸化炭素排出量 (kg-CO ₂ /m ³)	二酸化炭素 排出量 (kg-CO ₂)
一次選別工	0.8m ³ 級バックホウ	1,000	1.001	1,001
	フィンガースクリーン	1,000	0.601	601
土質改良工	0.8m ³ 級バックホウ	820	1.001	821
	土質改良機	620	0.682	423
	泥土改良機	200	1.363	273
二次選別工	0.8m ³ 級バックホウ	600	1.001	601
	フィンガースクリーン	600	0.601	360
三次選別工	0.8m ³ 級バックホウ	268	1.001	268
	0.8m ³ 級バックホウ	255	1.001	255
破碎工	ジョークラッシャー	215	2.256	485
	シュレツダ	40	16.617	665
処分工	0.8m ³ 級バックホウ	13	1.001	13
	10tダンプトラック	13	15.033	195
合 計				5,961



- (注1) 粗選別を行う300mm以上の廃棄物は0%で想定した。
 (注2) 20mm以下の廃棄物割合は、過去実績の割合を参考にした。
 (注3) 堆積土砂のうち良質土、軟弱土、高含水土砂の割合をそれぞれ総対象量の54%、20%、20%と仮定する。
 (注4) 磁性金属は無いものとした。
 (注5) 場外搬出量が変化しても貯留場のストック能力が満足できるものとする。

要素	数
使用機材	14
土質改良材	—
—	—
廃棄物処分	—

図-4.2 工種別の必要機械台数

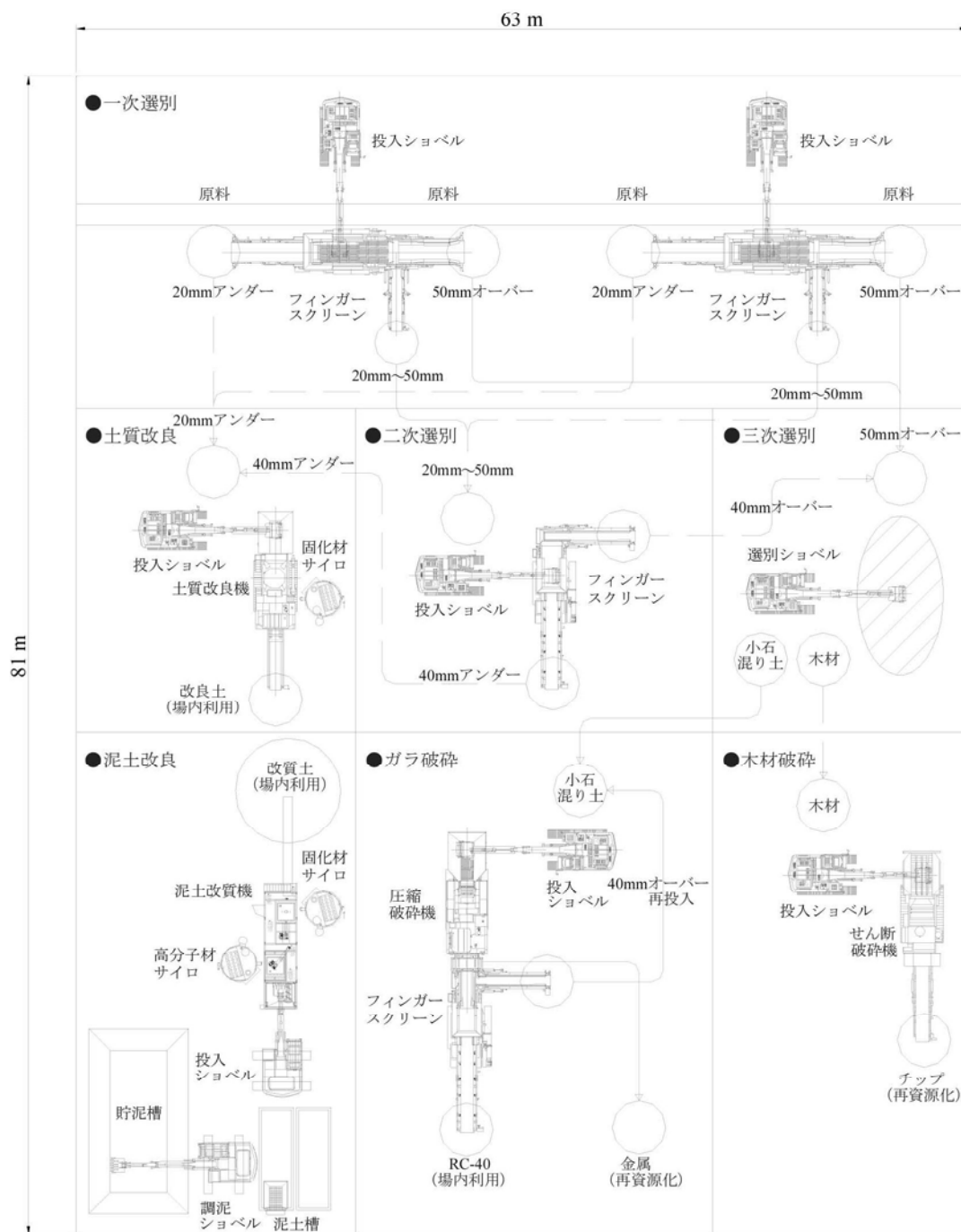


図-4.3 機械構成配置図

5. おわりに

都市部での土砂災害は、廃棄物に含まれる廃プラスチック類やがれき類の割合が多くなる傾向にあり、逆に山間部での土砂災害は、木材類、玉石類、土砂類および泥土類の割合が多くなり、土砂選別が主体となる機械構成で施工できる。本論では後者の災害を想定し議論し、この結果 CO₂ の抑制効果が図られることがわかった。本論で検討した事例は一例にすぎず、実際の工事では、選別機械の必要台数や工程も複雑になることが予測されるが、今後とも現場検証を通じてデータの集積を図り、より高度な土砂災害廃棄物の再生利用方法の確立し実現に努めたいと考えている。

引用・参考文献

- 1) 2005 年 3 月 29 日 衆議院 環境委員会「災害廃棄物、産業廃棄物問題」議事録
- 2) 国土交通省編：国土交通白書 2009, (株)ぎょうせい, P.157, 2009
- 3) (社) 日本建設機械化協会：「建設施工における地球温暖化対策の手引き」, 2003
- 4) (財) 日本建築学会：「建物の LCA 指針(案)」, 1999