

路面清掃塵埃の分別に関する技術検討

保坂 賢二¹・村上 大幹¹・宮内 将彰¹・小林 昇市²・弓削 竹志³

¹国土交通省 関東地方整備局 関東技術事務所 機械課 (〒270-2218 千葉県松戸市五香6-12-1)

²国土交通省 関東地方整備局 東京国道事務所 機械課 (〒100-0004 東京都千代田区大手町1-3-3)

³日本下水道事業団 東日本設計センター 機械設計課 (〒113-0034 東京都文京区湯島2-31-27)

路面清掃作業で発生する塵埃は、土砂、落葉・木片などの自然ゴミ及び缶・ビン・ペットボトル等が混在していることから全て廃棄物として処分されているのが現状である。

本技術検討では、塵埃に質量比で約80%含まれている土砂を盛土や埋戻土として再利用することで、廃棄物の縮減による処分コストの低減及び環境負荷の低減を目的として、塵埃を再利用可能な土質区分に分別する手法の技術検討を行ったものである。

キーワード：コスト縮減

1. 検討目的

路面清掃で発生する塵埃には、土砂とゴミ等の廃棄物が混在していることから、産業廃棄物として最終処分場に処理している。

最終処分場は年々残容量が減少し、塵埃の処分先の確保に苦慮しているのが現状である。

本技術検討は、塵埃中の土砂を再利用可能な状態に分別することで廃棄物を減量化し、処分費の縮減及び環境保全を促進するものである。

2. 調査結果

(1) 分別装置調査

a) 甲府河川国道工事事務所

官貸与の振動式スクリーンを用いて、土砂とゴミに分別している。作業状況を写真-1に示す。



写真-1 甲府管内分別作業状況

問題点として、スクリーンの清掃装置が無く人力清掃が不可欠である。

b) 東京国道事務所

マルチスクリーンが設置され、塵埃を土砂、落葉類、雑ゴミ、缶・ビン類、ガラ・コンクリート塊類に分別可能であるが、装置規模が大きく土砂の純度を高める分別には適していない。

c) 千葉国道事務所

路面清掃車からダンプトラックに移す過程で、ダンプ荷台に張ったネットをスクリーンとして、清掃車からの排出でネット上に残った粗大ゴミを人力で拾い寄せる分別方法を行っていた。またネットを通過した土砂のゴミも人力で分別している。

作業状況を写真-2に示す。



写真-2 千葉管内分別作業状況

d) 宇都宮国道事務所

業者が保有するトロンメルを使用している。分別作業は土砂とゴミに分別し、ゴミの中のレキは人力で除去している。トロンメルは目詰まりの進行が顕著で運転可能時間は1～2時間が限度であった。

分別機を写真-3に示す。



写真-3 宇都宮管内業者保有機械



写真-4 甲府管内分別土砂



写真-5 千葉管内分別土砂

(2) 道路清掃塵埃の性状

a) 分別土砂の性状

分別後の土砂は清掃塵埃の約80%発生し、約4%の有機物（落葉や枯れ枝等）が含まれている。分別現場で採取した粒度分析結果を図-1に表したものである。資料と土質区分を表-1に、土砂の性状を写真-4～6に示す。

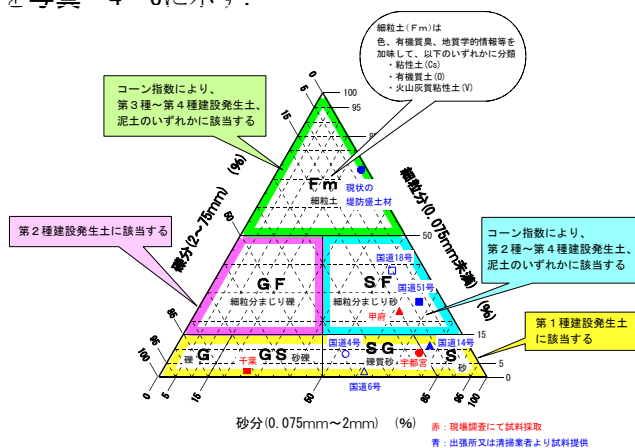


図-1 土質材料の工学的分類（中分類）

表-1 資料と土質区分

資料名	土質区分
甲府管内	細粒分まじり砂{SF}
千葉管内	砂礫{GS}
宇都宮管内	礫質砂{SG}



写真-6 宇都宮管内弁別土砂

b) 分別ゴミの性状

図-2に、分別後のゴミの乾燥質量内訳を示す。

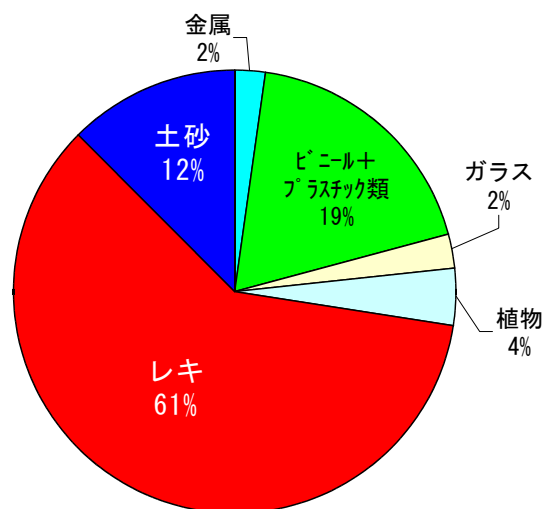


図-2 分別後ゴミ内訳

(3) 分別装置基本能力

a) 分別土砂の土質目標

分別土砂を、埋め戻し・盛土として再利用する場合、「発生土利用基準」が適用される。この基準では、コーン指数と土質材料の工学的分類体系を指標とし、第1種～第4種及び泥土に区分される。

分別土砂の性状から、第2種建設発生土に属し適用用途として工作物の埋め戻し・土木構造物の裏込め・道路用盛土（路床・路体）に利用可能である。

現状の分別土砂には、落葉や草木等の小型自然ゴミが多く混入し、再利用への弊害となっており極力小型自然ゴミの混入が少ないものとする必要がある。

b) 分別装置の可搬性目標

分別装置は、以下の理由から可搬式とする。

- ・塵埃回収量により、装置を事務所あるいは出張所間でローテーションすることで稼働率が向上する。
- ・装置の設置箇所を選択することで、長距離運搬の必要性が少なくなる。

なお、装置の移設にあたっては、クレーン付トラックのみで一連の作業（分解、積込、運搬、荷下、組立）を行えるものとする。

c) 処理能力

事務所単位とした場合の、処理能力を求めた。

日当り処理量（ $\text{m}^3/\text{日}$ ）

＝年間塵埃回収量（ m^3 ）／年間運転日数（日）

＝3,424／250＝13.7 $\text{m}^3/\text{日}$

年間塵埃回収量：3,424 m^3

〔横浜国道事務所 H15年度〕

年間運転日数：250日（土日祝日除く）

時間当り処理量（ m^3/h ）

＝日当り処理量（ $\text{m}^3/\text{日}$ ）／日運転時間（h／日）

＝13.7／7.5＝1.8 m^3/h

日運転時間：7.5 h／日

※路面清掃車の運転日当り運転時間準用

時間当り処理能力は1.8 m^3/h とする。

(4) 適用性のある分別技術

a) 分別装置の構想及び分別技術

現在使用している分別装置では、土砂に未分別の

小型自然ゴミが混入しているものの、大半の大型ゴミが分別出来ていると評価した。現状の分別装置を一次分別として適用し、さらに二次分別で土砂に混入している小型自然ゴミを除去する2段階の分別処理を主たる構想とした。道路清掃塵埃の分別装置構想図を図-3に示す。

分別技術は、「測定選別」と「機械選別」に区分される。測定選別は、自動販売機や郵便物の自動選別の他、産業用メカトロニクス・物流搬送分野で活用される。一方機械選別は、建設・農産・採鋼等に活用され、構造が単純で大量処理に適しており本装置に適用している。図-4に機械選別の種類を示した。

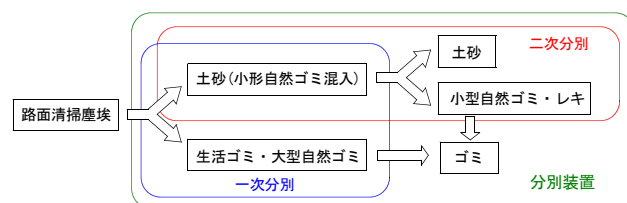


図-3 道路清掃塵埃分別装置の構想

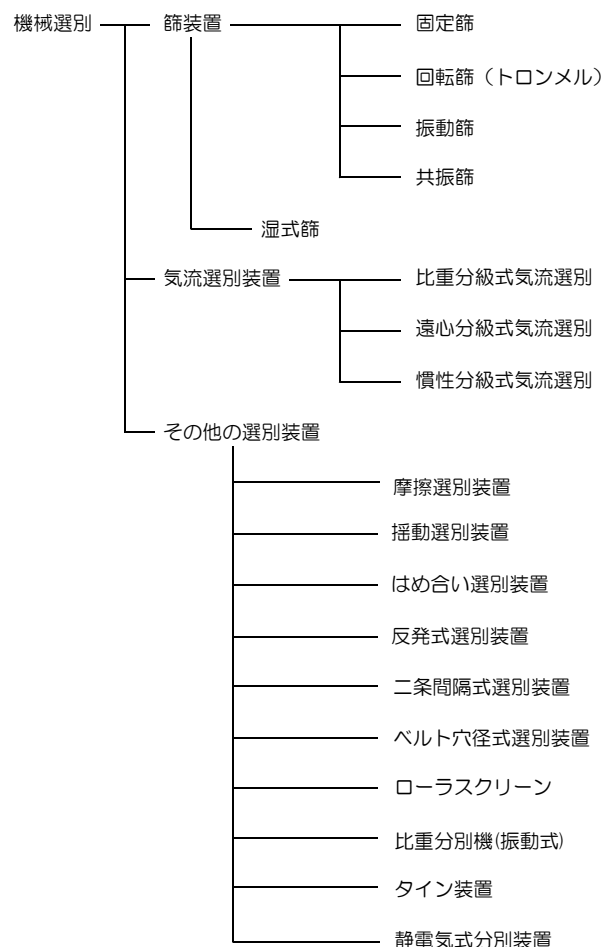


図-4 機械選別の種類

b) 分別技術と適用性

・一次分別装置

一次分別装置に適応する技術として、篩装置（トロンメル、振動式、強震式）が従来より建設分野での実績が多い。ロールスクリーンは、装置が重く高価であることから建設分野での実績は少なかったが、近年ダム等での使用実績がある。

・二次分別装置

二次分別装置に該当する分別技術は、気流選別が主流であるが、被分別物の水分量・粒子径・密度等に制限があり、適用性のある装置は現存しない。

機械選別の種類及びそれらの組合せとして表－2に示す分別技術を考えた。

表－2 二次分別装置として適用性のある分別技術

分別技術	概 要
反発式分別	土砂を壁面に衝突させ、反発の差で小型自然ゴミと土砂を分ける。
振動分別	振動で土砂表面に小型自然ゴミを浮き出させる。浮き出させるだけなので、そのゴミを除去する技術との組合せになる。
タイン方式	土砂に混入している小型自然ゴミをタイン（爪）で掻き出す。
振動分別＋気流分別	振動で土砂表面に小型自然ゴミを浮き出させ、それを風力で飛ばす。小型自然ゴミのみを効率的に飛ばすことができる。
振動分別＋タイン方式	振動で土砂表面に小型自然ゴミを浮き出させ、それをタイン（爪）で掻き出す。小型自然ゴミのみを効率的に飛ばすことができる。

c) 分別技術と試験結果

一次分別装置の要素試験結果を表－3に、二次分別装置の要素試験結果を表－4に示す。

試験結果から、一次・二次の分別方式は以下のとおりとした。

・一次分別装置（トロンメル）

現行機械の問題（目詰まり）に対しては、スクレーパー装着で解決できる。

・二次分別装置（振動コンベア＋バースクリーン）

土砂の観察上、殆ど目的を達成したと考えられる。

表－3 一次分別装置試験結果

分別技術	試験結果・考察
トロンメル	・分別能力はゴミの含有量に影響を受けた。 ・試験機には送り機能が無いため、処理能力は全体的に小さくなった。（φ1,000mm：2.6～5.0 m³/h，φ1,500mm：6.0m³/h） ・外径1,000mm×全長2,000mmの試験機が有望である。
ロールスクリーン	・小型自然ゴミの除去は不可能であった。 ・生活ゴミが少ない塵埃に限っては、小型化や操作性、目詰まりが無い点でトロンメルよりも実用性が高い。生活ゴミが多い場合は、攪拌不足のために分別性能が低下すると考えられる。 ・トロンメルの様に、篩の見開きを自由に交換して調整出来ない点が問題

表－4 二次分別装置試験結果

分別技術	試験結果・考察
反発式分別	・分別は出来なかった。また、壁面に土砂の付着が発生した。
振動分別	・振動によって上にゴミ層下に土砂層の形で成層した。 ・3.5Hz付近は造粒現象が見られ分別性が非常に高まった。 ・市販の振動スクリーン等は共振点で設計されるため約1.5Hzが上限である。 ・搬送手段のみでなく低速搬送では土砂と小型自然ゴミの分離手段としても有効であった。
タイン方式	・砂を多く含む土砂の場合、自然ゴミと一緒に土砂まで掻き出され、分別は不十分であった。
振動分別＋気流分別	・土砂の巻上り風速は粒子径によって変化したため、土砂に対しては分別風速の決定は不可能 ・砂粒（径3mm）の飛散によって分別が不十分 ・吸水木屑と土砂の密度差が小さく分別が不十分
振動分別＋タイン方式（バースクリーン方式）	・土砂の分別状況は良好であった。 ・不具合の発生はなかった。

(5) 分別試験装置の設計・製作

a) 一次分別装置

試験結果に基づきφ25mmのパンチングメタル式トロンメルとした。要素試験結果からトロンメル直径φ1,000mm, 有効長2,000mm, 傾斜角は5~10°の範囲で調整可能な構造とした。トロンメル構造を図-5に、外観を写真-7に示す。

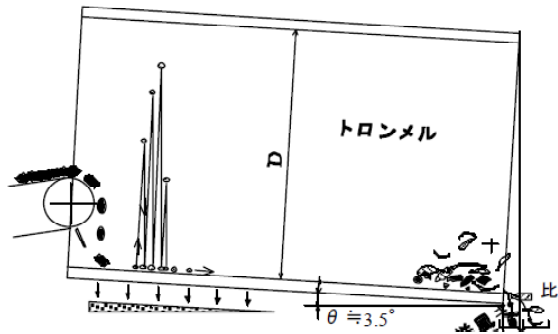


図-5 トロンメル構造図



写真-7 トロンメル外観

b) 二次分別装置

二次分別装置は、振動コンベア及び多重バースクリーンで構成される。また、効率よく分別物の受渡しを行うため、二次分別装置は一次分別装置のシュート直下に配置することとした。

装置の構造を図-6に外観を写真-8に示す。

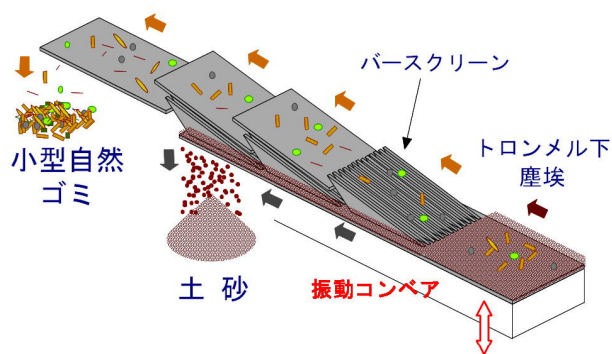


図-6 二次分別装置構造図

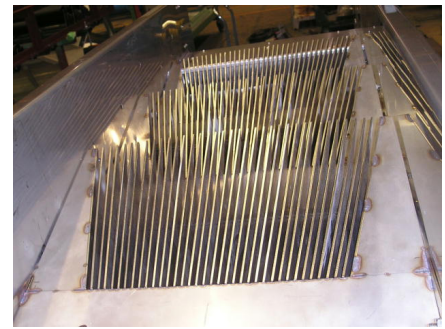


写真-8 バースクリーン外観

c) 塵埃ホッパ

塵埃ホッパから、分別装置への供給方法として、スクリュウコンベアの場合アーチングや供回りにより塵埃の引き出しが困難になることが試験結果より想定され、表面搔き寄せ式フィーダとした。

ホッパの供給原理を図-7に、供給装置を写真-9に、ホッパ全景を写真-10に示す。

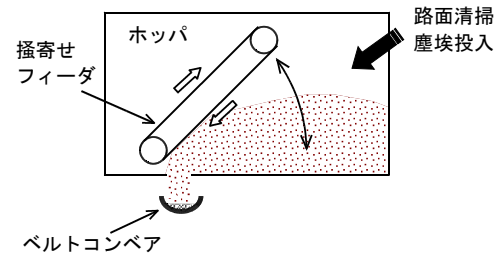


図-7 原理図



写真-9 供給装置（搔寄せフィーダ）



写真-10 ホッパ全景

(6) 現場適応性試験

a) 分別装置の設置

試験装置は、千葉国道事務所管内の若葉車両基地に設置を行った。分別装置の構成を図-8にホッパ装置を写真-11、分別装置部を写真-12に示す。

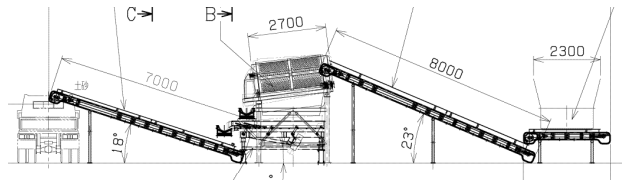


図-8 分別装置構成図



写真-11 塵埃ホッパ設置状況



写真-12 分別装置設置状況

b) 試験結果

・分別能力

分別精度を落とさずに目標値 $1.8 \text{ m}^3/\text{h}$ をクリアできた。

・分別精度

試験装置の一次分別された精度は、塵埃の回収場所、回収時期に関わらず非常に良好であった。(写真-13) 分別された土砂を写真-14に示す。比較的良好であるが、小型自然ゴミの混入が見られる。

二次分別装置は、泥分の多い塵埃の場合バースクリーンに目詰まりを起こし、二次分別ゴミ排出側に土砂が大量に混入する状況であった。(写真-15)



写真-13 一次分別ゴミ



写真-14 分別土砂



写真-15 二次分別装置

3. まとめ

適応性試験の結果、二次分別装置では付着性が障害となり想定性能をクリアしない塵埃があった。対応策としてロールスクリーン(写真-16)の試験を行い設計に反映出来ることが判った。

また、トロンメルの仕様を再考することにより一括処理の可能性が考えられる。



写真-16 ロールスクリーン