

第III部門

回転式ふるい機による土砂系混合廃棄物の分別特性評価

京都大学大学院 学生員 ○石田 倫啓 平岡 寛星
 正会員 高井 敦史 勝見 武
 株式会社奥村組 正会員 清水 祐也

1. 背景と目的

日本では、その自然的条件から災害が頻繁に発生し、それに伴って災害廃棄物が発生する。災害の中でも、とりわけ津波や河川氾濫等に伴って発生する災害廃棄物の中には、土砂が混合された状態の廃棄物（土砂系混合廃棄物）の割合が大きく、災害廃棄物処理の律速となる。土とそれ以外の物質とを分別しない場合、その後の再生利用が困難になるため、効率的かつ精度の良い分別が求められるが、主要な処理工程の1つであるふるい選別の分別特性を定量的に検討した事例はない。そこで本研究では、土砂系混合廃棄物中に含まれる土砂の含水比と細粒分含有率が分別特性に及ぼす影響を評価することを目的とし、災害廃棄物処理で使用される実機の回転式ふるい機を用いた選別処理試験（実機試験）と室内で農業用の回転式ふるい機を用いた試験（室内試験）を行った。

2. 試験方法

2.1. 使用材料 本研究では、含水比および細粒分含有率を所定の値に調整した模擬混合廃棄物を作製して実験を行った。土砂分として真砂土とトチクレーを、廃棄物として木

片を使用した。表-1に真砂土とトチクレーの基礎物性を示す。木片は、長辺と短辺があり、短辺が上を向いた際に、目開き19mmのふるいを通したものを使用した。実際の災害廃棄物の処理物にも微細な木片が混入し処理場の問題となったことから選定した。使用した土砂と木片の外観を写真-1に示す。

2.2. 模擬混合廃棄物の作製 上記の土砂と木片を、乾燥質量比で9:1となるように混合して模擬混合廃棄物を作製した。この配合は、東日本大震災での処理実績データに基づいて決定した¹⁾。細粒分含有率(F_c)を15、40%とし、含水比(w)を10～36%の範囲で6段階に変化させ実機試験および室内試験を行った。それぞれの細粒分含有率での液塑性限界を表-1に示す。

2.3. 実験方法 実機試験では、写真-2に示すように、実際の災害廃棄物処理現場で使用する回転式ふるい機（TrommALL製、5800Tr）を用いた。鋼製のベッセルに所定量の材料と水を投入し、バックホウによって十分攪拌し、混合した。含水比が変化しないよう混合直後に、ベルトコンベアを介してふるい機に投入し、分別を行った。分別後、ふるい通過分および残留分を1tフレコンバックで回収し、質量を吊りばかりを用いて測定した。その後、各試料中の土砂と木片の質量を求めるために、水中にサンプルを投入し、土砂と木片を分離する比重差選別を行った。

室内試験では、回転式ふるい機（みのる産業社製、回転ふるい機SC-1）を用いた。試料の均質性を保った

表-1 使用土砂の基礎物性

	粒度(%)			土粒子密度	液性限界	塑性限界
	礫分	砂分	細粒分	(g/cm^3)	(%)	(%)
真砂土	42.8	51.2	6.0	2.59	NP	NP
トチクレー	0	2.8	97.2	2.73	34.0	17.6
真砂土+トチクレー($F_c = 15\%$)					33.6	23.0
真砂土+トチクレー($F_c = 40\%$)					36.3	19.2



写真-1 使用材料の外観

写真-2 使用機械の外観
左：実機、右：室内

め、実機試験用に作製した模擬混合廃棄物を採取して室内試験を行った。試料をスクリーンによって押し出してふるい機に投入し、実機と同様の回転速度に調整して、分別を行った。分別後、台はかりにより質量測定を行った。その後、各試料に対して実機試験と同様に比重差選別を行った。本研究では、計測に際し、投入した試料全量に対するふるい通過分の湿潤状態の質量の割合を、通過割合と定義する。

3. 試験結果と考察

3.1. 実機試験と室内試験の比較 実機試験を行うにはコストと時間を要し、分別結果の一般化に膨大な労力が必要となる。そのため、室内試験によって実機試験を再現できれば、より小規模かつ低コストでデータ取得が可能となる。実機と室内の各試験で得られた通過割合を図-1に示す。 $F_c = 40\%$ で実機試験と室内試験を比較すると、 $w = 20 \sim 36\%$ の範囲において、 $w = 25\%$ を境に通過割合が減少から増加に転じた。通過割合の差はあるものの、この傾向はいずれの試験でも同様で類似している。通過割合の差が生じた要因の1つとして、分別機械によって試料が持ち上げられた後に叩き付けられるまでの、1回あたりの位置エネルギーの差違が考えられる。しかし、定量化するためのデータは本研究では取得できておらず、さらなる実験および考察が必要である。一方、 $F_c = 15\%$ でも、 $w = 28\%$ を境に減少から増加に転じており、定性的な傾向は一致した。また、実機試験、室内試験のどちらにおいても、細粒分含有率が高い方が、通過割合が小さかった。これは、細粒分が多い方が、保水力が高くサクションが大きくなり、粒子同士が付着しやすくなった結果、団粒化したためと考えられる。

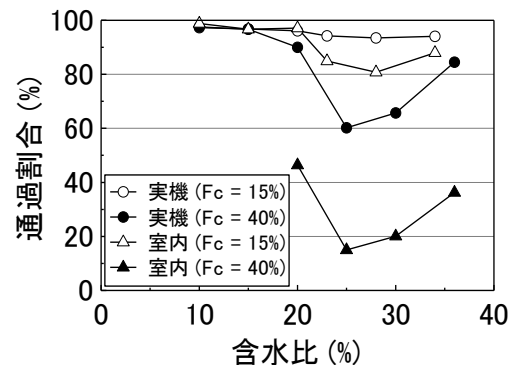


図-1 各試験における通過割合

3.2. 木片混入割合と土砂回収率 土砂系混合廃棄物に含まれる土砂分は、ふるい選別後の通過分を、分別土として再利用されることが求められる。本研究では、分別処理の成否を判断する指標として以下の2つを設定した。1) 木片混入割合：乾燥質量ベースでの通過分に含まれる土砂の割合であり、小さいほど通過土砂の純度が高い。東日本大震災時の実績をもとに、6%以下を基準とした²⁾。2) 土砂回収率：使用した土砂分のうち通過分として排出された土砂分の割合。少なくとも半分以上の土砂を回収すべきと考え、60%以上を基準とした。2つの指標をそれぞれ横軸、縦軸に用いた図-2を作成し、実機試験の分別結果を評価した。左上の領域が、木片混入割合が小さいかつ土砂回収率が高いため、効率的な分別を行えたといえる。ただし、 $F_c = 15, 40\%$ で $w = 10\%$ のケースは、同点にプロットされており、1点に見えるが、実際は2点ある。いずれのケースでも土砂回収率は高いものの、木片混入割合はばらつきがあった。本研究では、木片混入割合が最も小さく、土砂回収率もほぼ100%である、 $w = 10\%$ のケースが、分別効率が良く、細粒分の多寡によらず含水比を低下させることが有効であることが示唆された。

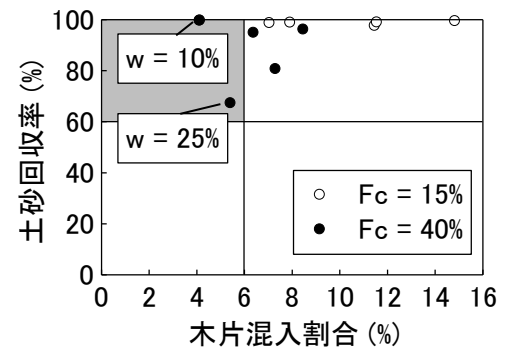


図-2 木片混入割合と土砂回収率

4. 結論

本研究では、模擬混合物を作製してふるい試験を行い、分別特性を評価した。その結果、1) 細粒分含有率、使用機械にかかわらず、通過割合がある含水比を境にして、減少から増加に転じること、2) 実機試験の室内試験による再現は、本研究の手法では、定性的には可能であるが定量的には難しいこと、3) 細粒分の多寡にかかわらず、含水比を低下させてから分別することが有効であること、が明らかとなった。

参考文献

- 1) 奥村組（株）(2014)：山田地区災害廃棄物破碎・選別等業務委託 実績報告書
- 2) 高井ら(2016)：土木学会論文集 C（地圏工学），Vol.72，No.3，pp.252-264