

第Ⅲ部門

災害廃棄物由来分別土の木くず含有量評価における試料量と強熱時間の影響

京都大学大学院 学生員○赤間拓朗

京都大学大学院 正会員 高井敦史

京都大学大学院 正会員 勝見 武

京都大学大学院 正会員 乾 徹

1. はじめに

東日本大震災では約 3000 万トンの災害廃棄物と津波堆積物が発生し、重量で約 3 分の 1 を占めた土砂は分別処理を経て復興資材としての再資源化が進められた。その際、分別土中の除去しきれない細かい木くずが分別土の工学的特性に及ぼす影響が課題となった。東日本大震災のみならず将来的な自然災害時に発生が予想される分別土を戦略的に活用するためには、分別土中の木くず等の有機物量の評価が重要となる。例えば強熱減量試験では有機物以外の結晶水等も揮発することや、2 mm ふるい通過試料を対象とするため粗大な木くずの影響を考慮できないなど、既存の試験方法では試料中に残存する有機物量を正確に評価できない。そこで本研究では、強熱減量試験の適切な試験条件の検証を行い、既存の強熱減量試験の装置類を用いた簡便な木くず含有量評価手法の確立を試みた。

2. 試料と実験方法

2.1 試料 土試料には、東日本大震災で発生し気仙沼地区で分別処理され保管されていた現場分別土を使用した。この分別土の 4.75 mm ふるい通過試料から 2 mm 以上の木くずをピンセットで可能な限り除去した試料を模擬分別土の母材とし、所定量の木くずを添加することで模擬分別土を作製した。添加した木くずは市販のヒノキ木片を粉砕機で粉砕した後、2 mm 以下、および 2~4.75 mm に分級した。同じ木くず添加率でも、木くずの大きさが木くず含有量の測定精度に及ぼす影響を検証するため、表-1 に示すような木くずの配合によって各添加率 3 種類の模擬分別土を作製した。表-1 に作製した模擬分別土の概要を示す。

表-1 作製した模擬分別土

木くず 添加率 (%)	木くず添加比率(%)		作製した模擬 分別土の表記
	2 mm 以下	2~4.75mm	
3	100	-	3% (100:0)
	50	50	3% (50:50)
	-	100	3% (0:100)
5	100	-	5% (100:0)
	50	50	5% (50:50)
	-	100	5% (0:100)

2.2 実験方法 試料量 2 g、および 30 g となるよう模擬分別土を磁器製るつばに採取し、強熱を行った。本研究では強熱温度は 350 °C で一定とし、強熱時間を 1、3、6、12、24 時間と変化させ適切な強熱時間を検証した。遠藤ら¹⁾は示差熱分析により木くず等有機物の燃焼温度域が 330~350°Cであることを確認しており、高井ら²⁾はこれを受けてまさ土を母材とする模擬分別土に対して 330°Cで 11 時間の強熱を行い、この強熱条件では粗大な木くずの燃焼が不十分であることを報告している。これらのことを考慮し、本研究では強熱温度を 350 °C で一定とし、温度上昇に伴う強熱時間短縮の可能性も考えられることから、上述の試験条件を設定した。全ての試料で繰返し回数 3 回で実験を行い、3 検体の算術平均をとった。なお、添加した木くずの強熱減量への寄与を評価するために、バックグラウンド値として模擬分別土の母材の強熱減量も各条件で測定した。

3. 結果と考察

3.1 試料量の影響 図-1 に母材の試料量を 2 g、30 g とした場合の各強熱時間における強熱減量と標準偏差を示す。強熱減量の値に注目すると、試料量を 30 g とした場合は強熱時間の増加に伴って

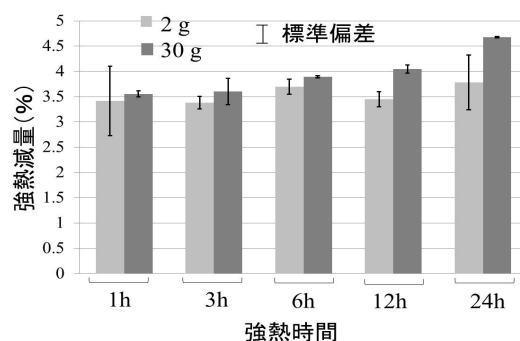


図-1 母材の試料量と強熱時間の違いによる強熱減量と標準偏差

強熱減量が増加している。また強熱時間に関わらず試料量を 30 g とした場合の方が、2 g の場合より大きい値を示す傾向がある。標準偏差に注目すると、強熱時間 3 時間の場合を除き、試料 30 g とした場合の方が 2 g の場合よりも標準偏差が小さい。

これらのことから、強熱時間を長く確保するほど混入する木片が十分に燃焼することが分かる。また、災害廃棄物から再生された分別土のように大きさの異なる木くずが偏在している土砂では料量を 2 g ではなく 30 g とすることで、強熱減量の試験精度が向上する可能性が示された。以下では試料量を 30 g とし、燃焼条件の検討を行った。

3.2 強熱時間の影響 本研究ではある強熱条件における木くずの燃焼の程度を判断する値として「強熱減量補正值」を定義した。強熱減量補正值の概念図を図-2 に示す。強熱減量補正值とは、模擬分別土に添加した木くずの燃焼質量を模擬分別土の全体の乾燥質量で除した値であり、混入する木片の燃焼の程度を考慮できる。ある強熱条件で強熱減量補正值が木くず添加率に近い値となるほど木くずの燃焼が十分であると判断し、この値を用いて考察を行った。厳密には添加した木くずと母材に含まれる木くずの物性は異なるが、同時間、同温度で強熱すれば両者の燃焼率は等しいと仮定している。図-4 に強熱時間と強熱減量補正值の関係を示す。強熱時間が 1 時間あるいは 3 時間の場合、木くず添加率に関わらず強熱減量補正值が木くず添加率に達していないことから、木くずの燃焼が不十分であると考えられる。一方、強熱時間が 6 時間以上となると、強熱減量補正值が木くず添加率に近づき大きく増加しない傾向にあることから、木くずが十分に燃焼している可能性が高い。木くず添加率 5%、強熱時間 24 時間では強熱減量補正值が木くず燃焼率に達していないが、この理由として母材に残存する細かい木くず量の不均質性が考えられる。図-4 に木くず添加率 3% の場合の粗大な木くず(2~4.75 mm)の割合と強熱減量補正值の関係を示す。強熱時間 3 時間以下では粗大木くずの割合が増加するに従い強熱減量補正值が減少する傾向があり、粗大木くずの燃焼が不十分であると考えられる。強熱時間 6 時間以上では、粗大木くずの割合の増加による強熱減量補正值の減少は見られず、強熱減量補正值も概ね木くず添加率に近づいていることから、2~4.75 mm の木くずも十分に燃焼していることが考えられる。

4. おわりに

分別土のように大きさの異なる木くずが偏在している土試料の強熱減量試験では、試料量は JIS A 1226:2009 規格の試料量 2 g で実施するよりも 30 g とすることで試験精度が向上すると考えられる。強熱温度 350 °C で少なくとも 6~12 時間の強熱時間を確保すれば、4.75 mm 以下の木くずの含有量を評価できる可能性が高い。

参考文献

- 1) 遠藤和人, 鈴木弘明, 勝見 武: 災害廃棄物処理残さにおける木くず含有量の判定に関する一考察, 第 35 回全国都市清掃研究・事例発表会論文集, 2014.
- 2) 高井敦史, 森田康平, 勝見 武, Uddin, M.N., 山根華織, 乾 徹: 災害廃棄物分別土の材料特性に及ぼす木片混入量・木片寸法の影響, 第 11 回地盤改良シンポジウム論文集, 日本材料学会, pp.67-70, 2014.

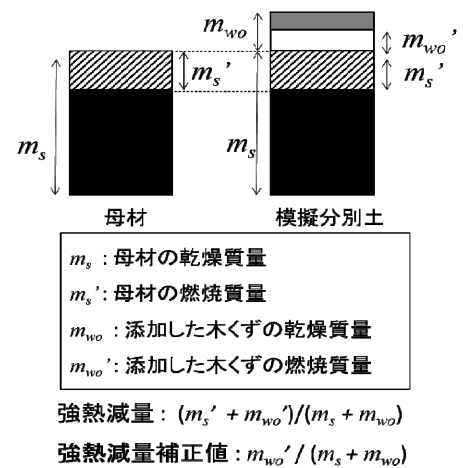


図-2 強熱減量補正值の概念図

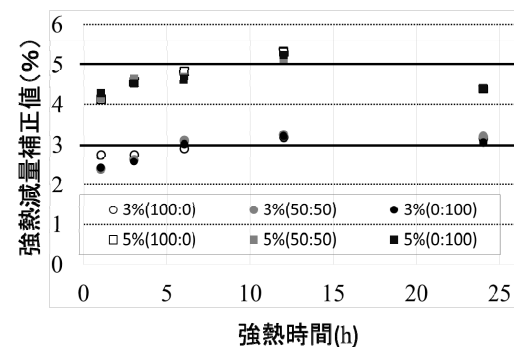


図-3 強熱時間と強熱減量補正值の関係

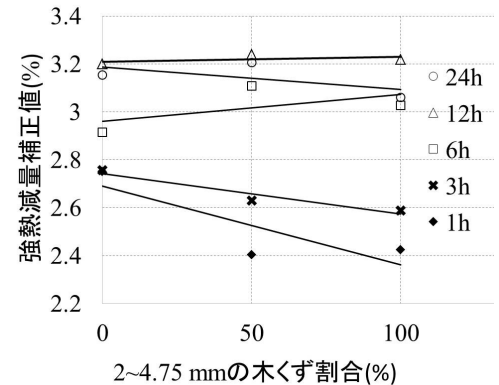


図-4 粗大木くず割合と強熱減量補正值の関係