

都市ごみ焼却灰と粘土の混合地盤材料としての有効利用法

九州大学大学院 正 大嶺 聖 フェロー 落合英俊  
九州大学大学院 正 安福規之

1. はじめに

都市ごみ焼却灰は有害物質の溶出が懸念されているため再資源化が進んでおらず、その地盤工学的有効利用法が求められている。一方、浚渫土や泥土などは細粒分が多く、高含水比であるため地盤材料として用いるためには問題があるが、粘土には様々な物質を吸着する能力を有しており、都市ごみ焼却灰と粘土を混ぜた混合材料は周辺地盤に与える環境負荷を軽減できると考えられる。本研究では都市ごみ焼却灰と粘土の混合地盤材料の溶出特性および力学特性に着目して、その有効有用法を検討する。

2. 都市ごみ焼却灰と粘土の混合地盤材料の特徴

都市ごみ焼却灰 ( $\rho_s=2.53\text{Mg/m}^3$ , 強熱減量 12.43%) と有明粘土 ( $\rho_s=2.54\text{Mg/m}^3$ , 液性限界 105.2%, 塑性指数 57.8) の混合地盤材料の溶出試験, 圧密試験および三軸圧縮試験を実施した<sup>1)</sup>。実験結果から得られる特徴を以下に示す。

(1) 溶出特性 焼却灰と粘土の混合地盤材料の pH および電気伝導率試験結果を図-1 に示す。焼却灰には Ca, Na および Kなどを多く含み、高いアルカリ性を示すが、粘土含有率の増加とともに、pH が次第に減少する。これは粘土によるアルカリ緩衝能が発揮されたためである。電気伝導率も同様に減少することがわかる。このように、粘土を混合することで pH や電気伝導率が減少するため、都市ごみ焼却灰を単体として利用する場合に比べて周辺地盤に与える影響が軽減できると考えられる。

次に、焼却灰の代わりに豊浦砂に重金属(鉛 Pb, カドミウム Cd, クロム Cr) を添加したモデル汚染土を作製し、粘土との混合地盤材料について環境庁告示 46 号試験に基づく溶出試験を行った。重金属の溶出や粘土の吸着現象は pH に依存するため、ここでは試料の pH を 7~8.5 に調整して試験を行った。試験結果を図-2 に示す。いずれの重金属についても粘土を混ぜることによって溶出が抑制されている。図で示されるように、粘土含有率が 20%程度であれば重金属の溶出に関して大きな抑制効果が得られ、粘土の吸着性能が発揮されていることがわかる。

(2) 力学特性 焼却灰と粘土の混合地盤材料の透水係数は粘土含有率が 20%を超えると透水係数は急激に低下する。また、粘土含有率が 30%以上ではほぼ粘土のみの場合の透水係数とほぼ等しくなる。すなわち粘土含有率が 20~30%以上であれば透水係数は  $10^{-6}\text{cm/s}$  のオーダー以下となり、都市ごみ焼却灰からの環境インパクトを軽減することが可能である。圧縮指数  $C_c$  については粘土含有率が 30%までは、焼却灰のみの場合とあまり変わらない結果が得られている。また、三軸圧縮試験から得られた限界状態の内部摩擦角についても同様の結果となった。詳細については文献 2) を参照されたい。

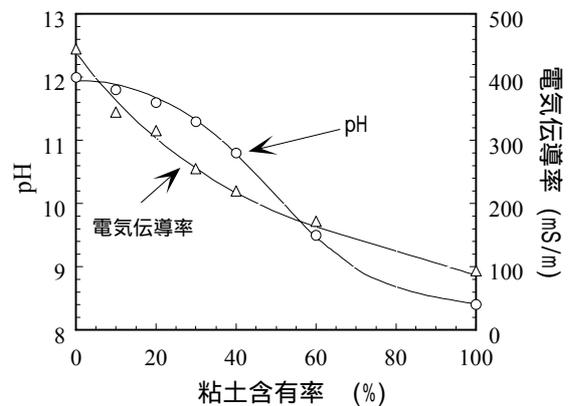


図-1 焼却灰と粘土の混合地盤材料の pH および電気伝導率

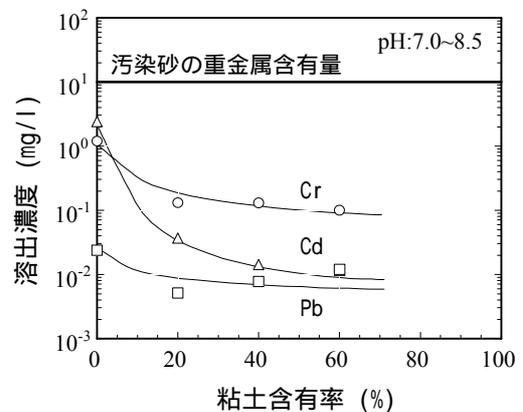


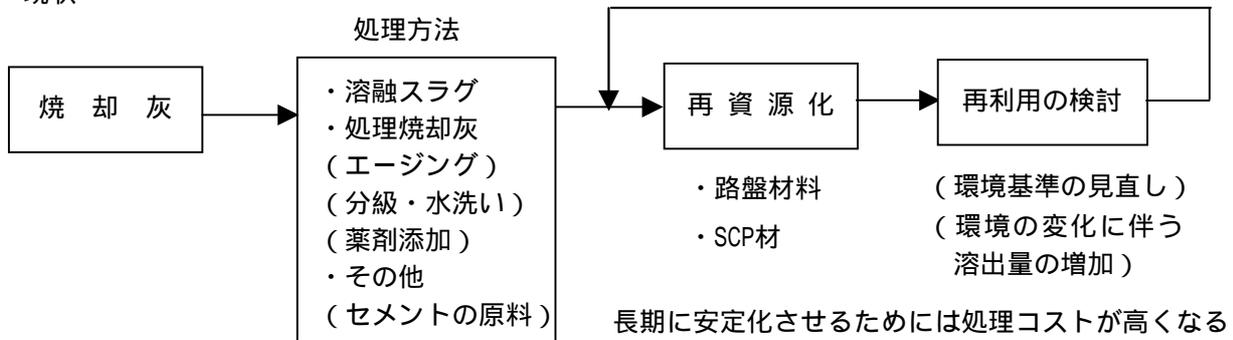
図-2 モデル汚染土と粘土の混合土の溶出特性

都市ごみ焼却灰, 溶出特性, 廃棄物, 有効利用, 環境負荷  
〒812-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1 Tel&Fax (092)642-3285

3. ライフサイクルにおける焼却灰の有効利用

「環境負荷の低減」という観点から廃棄物の有効利用を評価する場合、ライフサイクルアセスメント(LCA)の概念に基づいて検討することが重要となる。図-3は、焼却灰の一般的な利用法と混合地盤材料としての有効利用法について、再資源化の過程から再利用までのライフサイクルに着目して比較したものである。一般的には溶融してスラグ化して利用する方法やエージング、分級・水洗いあるいは薬剤添加によって重金属などの有害成分の溶出を抑えた処理焼却灰を路盤材料などに利用することが考えられている。将来の環境基準の見直しや周辺地盤環境の変化によって有害成分の溶出量の増加が予測される場合には再利用の検討が行われるものと思われる。このようなことを想定して長期に安定化させるためには処理コストの増加が生じる。一方、より低コストで簡便な再資源化の方法として、ここで提案する浚渫土や泥土などの高含水比の粘土を混合した地盤材料の有効利用が考えられる。2.で述べたように、粘土を混合することで透水性が低下および有害物質の吸着が期待され、力学的にも安定した材料になるため、浚渫土との混合による埋立材またはセメントなどの固化材を添加して盛土材として利用することが考えられる。このような混合地盤材料は長期的に安定した材料であるため、ライフサイクルの延長や廃棄物の有効利用といった点からより効果的な手法になり得るものと思われる。

<現状>



<混合地盤材料としての利用>

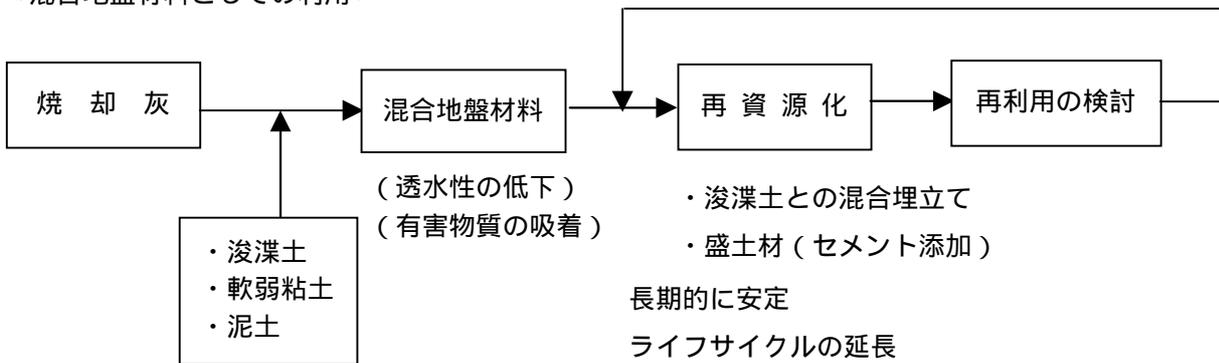


図-3 ライフサイクルで見た都市ごみ焼却灰の有効利用法

4. まとめ

粘土含有率が 20~30%までの混合地盤材料は低透水性で粘土の吸着性能を有しており、また、都市ごみ焼却灰のみの場合と同程度の圧縮性および強度特性を持っている。そのため、地盤環境工学的な観点において、都市ごみ焼却灰を単体で利用するよりも粘土と混合することにより、周辺地盤に与える負荷を軽減しさらに長期的に安定した地盤材料として再資源化を図ることができると考えられる。

【参考文献】 1)大嶺・落合・安福：廃棄物を活用した混合地盤材料の開発とその適用性について、第4回環境地盤工学シンポジウム発表論文集、2001年(印刷中) 2)藤井・落合・安福・大嶺：都市ゴミ焼却灰と粘土の混合材料の力学および溶出特性、第36回地盤工学研究発表会、2001年(印刷中)