

都市ゴミ焼却灰と粘土を混合および焼成処理した固化材料の開発

九州大学工学部 学○緒方 裕治 九州大学大学院 フェロ- 落合 英俊
九州大学大学院 正 安福 規之 九州大学大学院 正 大嶺 聖

1. はじめに

海洋工事に伴う浚渫汚泥と呼ばれる高含水比である粘土は、地盤材料として利用するには力学的に厳しいが、様々な吸着特性を有する。一方都市ゴミ焼却灰は重金属や有機分を安定化し無害化することで地盤材料としての利用が期待される。粘土と都市ゴミ焼却灰を混合させ早強で安定な材料開発のため本研究では圧縮と焼成処理を行い、その固化材料の物理化学的特性を明らかにし、再資源化することの有用性を検討する。

2. 実験概要

表-1 供試体作成条件

試料	都市ゴミ焼却灰 まさ土
粘土混合率	有明粘土 10% 30%
強度試験	一軸圧縮試験
圧縮工程	圧縮応力 1.27tf/cm ² (荷重 4tf)
焼成工程	250℃、500℃、750℃、1000℃(1時間)
供試体寸法	φ20mm h40mm

2-1. 供試体について 表-1 は都市ゴミ焼却灰と有明粘土を混合した供試体作成に関する条件の諸項目である。都市ゴミ焼却灰は2mm ふるい通過試料のものを使用した。粘土混合率とは土粒子の全重量に対する粘土土粒子の比率あり、有明粘土の含水比は160%であった。図-1 は圧縮装置の概略図である。油圧ポンプの載荷能より 4tf が適当であったのと供試体断面積が3.14cm²であるので設計上圧縮応力は 1.27tf/cm²とした。供試体作製の手順としての圧縮工程の説明を行う。内径 20mm の鉄製モールドに都市ゴミ焼却灰と有明粘土の混合試料を詰め、次にその上からφ20mm の鉄製ピストンを挿入し油圧式ポンプにて手動でモールド底板を押し上げ圧縮するというものである。毎分 0.3tf/cm²程度を目安として載荷し脱水や密実化を確認しながら圧縮応力 1.27tf/cm²が10分間安定することで圧縮工程の完了とした。また圧縮時の排水のためにモールドと底板の間にろ紙を配置したが、圧縮による空気の逃げ道にもなっている。

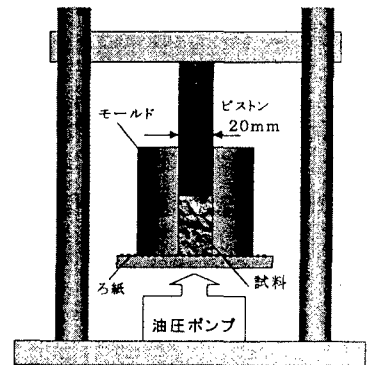


図-1 圧縮装置

2-2. 供試体の物理的特性 都市ゴミ焼却灰では粘土混合率10%であっても圧縮後の供試体は空隙が粘土で充填されており濃い灰色であった。混合率30%であれば黒つやがあり見た目での空隙は無いものと考えられる。まさ土は粘土混合率10%では完全に空隙が充たされていなかった。色、粘土混合率30%での特性は同じといえる。750℃以上の焼成によって供試体は木材のような赤茶色に変色する。1000℃では薄茶色に焼け、素焼きのような風合いを出し、焼成温度の上昇に従い堅く手触りもざらつく傾向を示した。都市ゴミ焼却灰の供試体の焼成温度による乾燥密度変化を図-2 に示す。粘土に含まれる水分や有機分の高い含有が要因と考えられるが、焼成温度が高いほど密度が減少し約 1.5g/cm³ 近くにまで軽量化できることが分かる。粘土混合率が高いほど細密な土粒子が都市ゴミ焼却灰の空隙を埋める効果を発揮しており、密度が大きくなっていることがわかる。一般的な砂、砂利の密度は2.6~2.8g/cm³であり焼成後の供試体の密度はズいぶんと小さい値であった。まさ土の供試体においても焼成前の密度は2.16~2.33g/cm³であり、以下に述べる

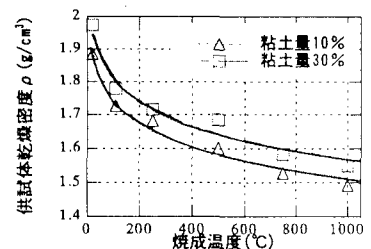


図-2 都市ゴミ焼却灰の焼成温度と密度の関係

強度を十分に持つことで都市ゴミ焼却灰試料を軽量地盤材料などへ利用することが期待される。

2-3. 変形特性 未圧縮試料と圧縮試料での特筆すべき変形特性の差というのは発見できなかった。代表例として圧縮試料粘土混合率 30%、焼成温度 750℃ 処理供試体の応力-ひずみ曲線の一例を図-3 示す。まさ土、都市ゴミ焼却灰ともに焼成温度に関わらずピーク強度を迎えた後の残留強度はほとんど見込めない。破壊直前まで縦方向に徐々にひびが入り、コンクリートの破壊状況と似た挙動を示す。ピーク強度は軸ひずみが 3% から 4.5% 時に現れ、破壊後は砂のように細かな粒子も混在し、破片を指でこするとポロポロと崩れる物性であった。

2-4. 強度特性 圧縮を行わなければ試料、焼成温度に関わらず一軸強度が約 300kPa となり、焼成が十分に強度に対して影響しない結果となった。圧縮試料での一軸圧縮強度特性と焼成温度の関係を一般性の確認のため、まさ土試料を使用した。図-4 にその結果を示す。焼成温度の上昇に従い一軸強度も増大し、粘土混合による焼成の焼き固まり効果があると確認できた。粘土混合率が高いほど強度も発揮されるという結果になった。粘土混合率 10% ではまさ土試料の圧縮後も細かな空隙が存在し密実化が不十分で、その影響が低温焼成では強度低下として現れたと考えられる。浸水による強度への影響に対しても検討した。浸水は蒸留水を使用し 20℃ の恒温室で 2~14 日間行った。実験では特に浸水日数というパラメータが強度に変化を与えるという結果は得られなかった。実験では 500℃ 付近で焼成すると耐水性も確認され 750 度以上の高温処理では浸水による強度低下への影響は無いものと考えられる。都市ゴミ焼却灰での同条件での実験結果を図-5 に示す。焼成温度が大きくなるにつれ強度が減少するというまさ土とは逆の特性が得られた。粘土混合率によって大きく強度に差が出ていることは特筆すべき点である。粒度 2mm 以下と小さく揃えた都市ゴミ焼却灰には少量の粘土混合率でも空隙が充たされ、低い焼成温度での高い強度発揮につながっている。しかし都市ゴミ焼却灰に含有される有機分が焼成によって減量し、結果として空隙を作ったのではないかと推測される。しかし焼成温度 500℃ 以上では強度への影響が小さくなる点ではまさ土の特性と同じである。焼成による有機分の減量による強度低下と焼き固まりの効果による強度増加との境界は 500℃ 付近であると推測される。

3. まとめ

圧縮によって十分な強度を有する材料ができることが分かった。浸水による強度低下を考えた場合でも焼成温度の効率的な値は 500℃ 以上と考えられ、焼成温度を大きくすることでより軽量で高強度な耐水性を期待できる材料を作り出せる。都市ゴミ焼却灰試料は密度が 1.5 g/cm^3 以下であり、一般の砂や砂利の 60% 程度の重量であるので SCP や軽量材としての利用ができると考えられる。

【参考文献】 田中ら：焼成処理した固化材料の重金属に対する溶出特性、土木学会西部支部研究発表会(2002)、投稿中

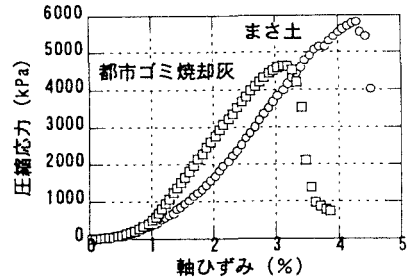


図-3 固化材料の応力-ひずみ曲線(粘土混合率 30% 750℃ 焼成)

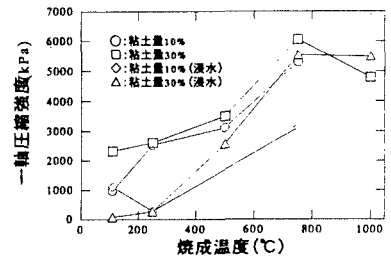


図-4 まさ土試料での焼成温度と一軸強度の関係

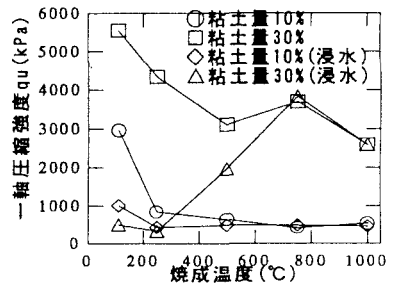


図-5 都市ゴミ焼却灰での焼成温度と一軸強度の関係