

(株)フジタ技術センター 正 ○茶園 裕二、吉野 広司

(株)フジタ技術センター 正 斎藤 悦郎、望月 美登志

(株)フジタ広島支店 正 平野 訓相

1. はじめに

年々増大する産業廃棄物の処理は、法規制や住民問題、処分場不足などから困難になってきており、有効利用の必要性から、さまざまなリサイクル材料が開発されてきている。このような中で、建設業の汚泥に対する有効利用率は、未だ低い状況である。また、火力発電所から廃棄される石炭灰は、約6割は主にセメント材料などに有効利用されているが、残りの4割は海域や陸地に埋め立て処分されている。しかし、国際競争による安価な輸入セメントの懸念や埋立地確保における環境やコスト問題などから多方面への有効利用が急務となっており、石炭灰における研究は、多種にわたりなされている。本文は、建設汚泥の改良材として安価で大量にある石炭灰に着目し、廃棄物である石炭灰と市販の石膏系中性固化材を混合して、中性領域で低価格の地盤改良材の開発を目標に行った室内基礎実験の結果について報告する。

表1. 材料の物性試験

物性試験項目	基準粘土	石炭灰
土粒子の密度 (g/cm ³)	2.700	2.553
液性限界 (%)	41.5	NP
塑性限界 (%)	24.7	NP
塑性指数 (%)	16.8	NP
含水比 (%)	45.0	0.40
吸水率 (%)	—	10.2
最適含水比 (%)	24.7	—
最大乾燥密度 (%)	1.537	—
pH	5.8	12.5

2. 試験材料

本実験は、汚泥に物性の明らかな粘土を基準に用いて、その改良効果と pH について把握するものとした。固化材は、汚泥を迅速に粒状固化し、再泥化を防止するもので、特定条件下で pH を 7~10 に調整し、有害物質を含有していない石膏系のものを使用した。石炭灰と基準汚泥の物性を表1に、粒度分布を図1に示す。この粘土は、粘土分が若干少なく、入手における材料安定性および試験において取扱い性に優れた藤森粘土である。含水比は中間汚泥程度を想定し、 $w = 45\%$ に調整し、これを基準汚泥とした。基準汚泥の pH は、5.8 と弱酸性を呈している。石炭灰は、シルト分が多く、含水比が 0.4% とほぼ乾燥状態である。吸水率は 10.2% で、 $pH = 12.5$ のアルカリ性を呈する。

3. 試験方法

基準汚泥の石炭灰と中性固化材による改良効果については、①締固めた土のコーン指数 (JIS A 1228)、②pH 試験 (JGS 0211) により効果を確認し、改良率および混合における混合比を決定する。ただし、コーン試験では、改良後直ちに試験を行い (養生なし)、比較のためにセメント改良として、高炉セメントB種による試験も同様に実施した。ここで、改良率とは、汚泥の乾燥質量に対する改良材の添加量の割合で、混合比とは、石炭灰に対する中性固化材の添加量の割合で整理する。

4. 問題点

石炭灰と固化材との混合による改良材における問題として、①混合することによる固化強度の低下、②固化強度の発現速度低下、③石炭灰による pH への影響などが考えられた。

5. 試験結果

コーン試験による改良効果を図2に示す。固化材は、他に比べ強度の増加が大きく、改良率 15% 程度から大きな改良効果を発揮している。また、「建設発生土利用技術マニュアル」の第3種建設発生土の基準にある

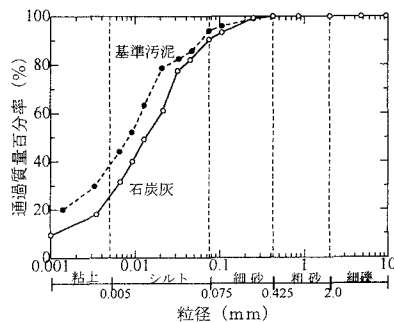


図1. 粒度分布

キーワード：石炭灰、地盤改良、産業廃棄物

連絡先：〒243-0125 神奈川県厚木市小野 2025-1 TEL (046) 250-7095 FAX (046) 250-7139

コーン指数 $q_c = 400 \text{ kN/m}^2$ は、改良率 20% である。高炉セメントは、養生期間を確保していないこともあり、 $q_c = 400 \text{ kN/m}^2$ における改良率は 30% である。また、第 4 種建設発生土における $q_c = 200 \text{ kN/m}^2$ では、固化材と高炉セメントの改良率とに差が少ない。石炭灰の改良率は、他に比較して大きい。が、 $q_c = 200 \text{ kN/m}^2$ では高炉セメントより改良率 22% 程度と小さいものの、コーン指数 400 kN/m^2 における改良率は 30% とあまり差がない。以上のことから、各種とも改良率にバラツキがあるものの、ある時点から急激に効果の増加する傾向があるといえる。また、石炭灰に対して固化材の方が改良効果は大きく、養生を考慮しない場合、石炭灰や高炉セメントは改良率を上げることにより効果は認められる。次に、図 3 に固化材との混合比におけるコーン指数の関係を示す。石炭灰に対して固化材の添加量が多いほど効果はあるが、経済性と産廃の有効利用の研究目的を加味し、 $q_c = 400 \text{ kN/m}^2$ で、固化材の混合比を半減できる改良率 29% を対象に石炭灰と固化材との混合比に対する改良試験を行なうこととした。また、参考としてコーン指数 200 kN/m^2 の改良率 22% においても試験を行った。

5-1. 混合比とコーン指数

混合比による改良効果は、図 4 から改良率 29% の方が、改良率 22% よりも、全体的にコーン指数が高い。また、強度増進も固化材の混合量が増えるにつれて大きく、混合比 60% からは、急激に強度は増加した。コーン指数 400 kN/m^2 の混合比は 30~40% であった。改良率 22% では、強度の増加は一定であった。改良率 22% では、固化材の混合量の増加に伴うコーン指数の増加は小さく、改良率 29% に見られたような強度の変化点は認められなかった。

5-2. 混合比と pH

中性固化材に石炭灰を混合した改良材での中性化は、混合比 70% 程度から効果が見られる結果となった。しかし、石炭灰の持つアルカリの影響により、固化材本来の中性化能力が低下し、図 5 のように効果を発揮できなかったといえる。

6. まとめ

基準汚泥を用いた石炭灰と中性固化材の混合物の改良試験では、改良率が若干高くなるものの、十分な効果があり、中性固化材の添加量を石炭灰により減らすことができる。しかし、石炭灰の量に依存して、改良土がアルカリ性となることが考えられるため、中性固化材の pH 抑制の向上あるいは混合改良材の中性化の検討が必要であるといえる。現在、市販されている固化材は高価であり、産廃の有効利用や環境への配慮等を考えると、産廃を材料としたリサイクル材で、他の産廃に付加価値を持たすといった産廃の循環による活用が重要であり、各産業は産廃も一つの製品として配慮する意識改革が必要であるといえる。

本報告は、中国電力㈱及びチヨダエコリサイクル㈱との共同研究により実施した成果をまとめたものであり、今後も上記課題について試験を行なっていく所存である。

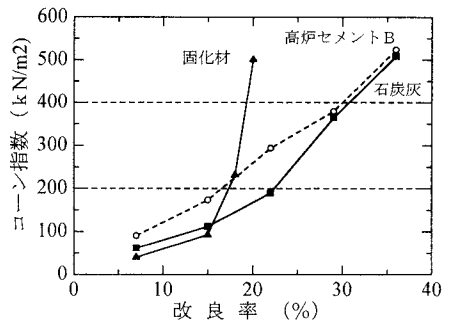


図 2. 単体における改良効果

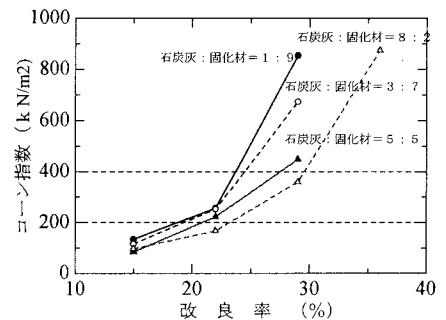


図 3. 混合材の改良効果

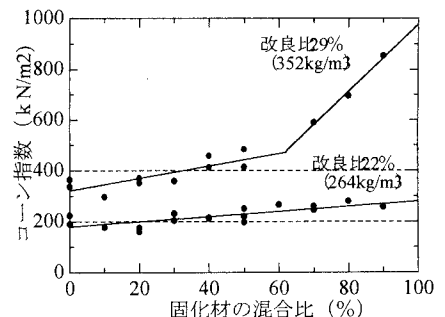


図 4. 混合比とコーン指数の関係

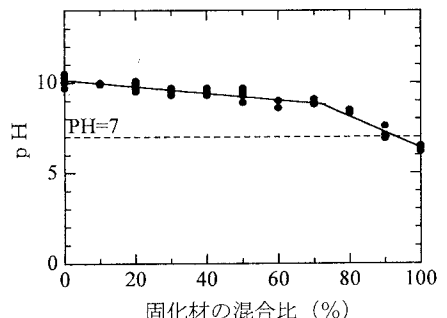


図 5. 混合比と pH の関係