

(株) 沿岸環境開発資源利用センター 堀井昭宏

日建設計中瀬土質研究所 ○片上典久

日建設計中瀬土質研究所 寺師昌明

はじめに

海上埋立地は、埋立土を良質の土砂採取場に依存する場合や、浚渫土を利用する場合がある。浚渫土を利用する場合には、埋立後に地盤改良を行って地盤の安定性を高めることが行われてきた。利用目的により変化はあるが、一般的には、埋立地盤に求められる強度は、高々 2kgf/cm^2 であり、埋立過程でその程度にまで改良することができれば効果的である。一方、改良材料として産業廃棄物などの資源が再利用できれば二重のメリットがある。

本研究では、液性限界から液性限界の2倍の含水比の浚渫粘土を用い、従来から地盤改良材料の固化材として用いられているセメントに、リサイクル材料（石炭灰等）を添加してその有効性を探ることとした。

1. 実験試料

実験に供した試料は、横浜港の海底粘土である。この粘土の物理特性は、表－1にまとめて示す。

表－1 対象泥土の物性値

土粒子密度	2.686
液性限界(%)	110.1
塑性限界(%)	46.6
塑性指数	63.5
自然含水比(%)	160.1
細粒分含有率(%)	94.8

これまでの地盤改良は、軟弱な自然地盤を対象としており、その含水比は、液性限界に近い場合が多かった。しかし、本研究で対象としているのは、液性限界を超える高含水比である。

セメントと同時に添加する産業廃棄物としては、石炭灰と故紙セルロース（実験には、品質の安定した紙の精製過程で発生するセルロースでほぼ同じ成分を使用）を今回の実験で対象とした。

石炭灰は、成分によっては自硬性を示す場合がある。今回は、結果の汎用性を高めるために、あえて対象とした自硬性の小さな石炭灰を選択した（Ca含有量0.5%の豪州炭灰）。

セルロースは、数ミクロンから数十ミクロンの繊維質である。

2. 実験条件

表－2 実験内容一覧

初期含水比(%)	110	160	220
石炭灰添加率(%)	10, 20	10, 20	10, 20
セルロース添加率(%)	10, 20	10, 20	10, 20

実験は、普通ポルトランドセメントを主要な固化材として一定量（添加率10%）加え、石炭灰、セルロースの添加率を変えて一軸圧縮試験を行い、その強度の発現状況を調べた。強度の指標は、一軸圧縮強度とした。実験内容の一覧表を表－2に示す。なお、ここで言う添加率とは、土の乾燥質量の百分率である。

注：全てのケースにセメントを10%添加

対象とした試料の含水比は、液性限界（ w_L ）、 $1.5 \times w_L$ 、 $2 \times w_L$ の3種類の含水比に調整して初期含水比とした。

添加剤は、石炭灰の場合には、セメントと石炭灰の混合材料を水／添加材料比を0.6として対象試料に投入した。またセルロースの場合には、事前にセメントと混合するとセルロースの繊維質内にセメントが取り込まれ、固化の妨げになることが懸念されたため、水セメント比0.6として予めセメントを混合した後に空気乾燥状態のセルロースを投入して混合した。この結果、配合直後では、それぞれの実験ケースで含水比に差異がある。

実験は、1週、4週強度を主に調べ、このうち液性限界の1.5倍に相当する試料については、40週強度についても求めた。

3. 実験結果

液性限界の1.5倍の含水比で行った実験のうち、石炭灰の添加量と一軸圧縮強度の関係を図－1に、またセル

ローズの添加量と一軸圧縮強度の関係を図-2に示す。

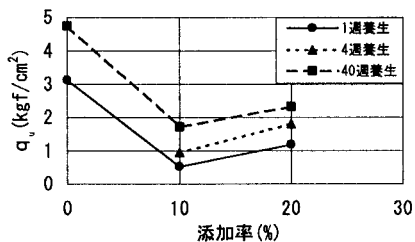


図-1 石炭灰添加率-強度関係

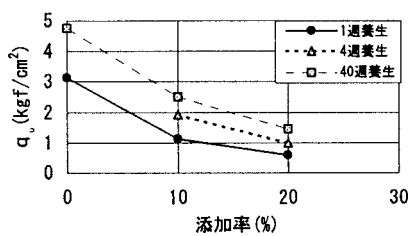


図-2 セルローズ添加率-強度関係

石炭灰並びにセルローズを添加すると何れも添加しない場合に比べて強度が低下する傾向にある。

石炭灰は、添加量が10%に比べ20%の方が1.5~2倍程度の強度増加があるものの、セルローズの場合には、10%から20%になると強度がさらに約半分に低下した。

石炭灰に関しては、今回自硬性の乏しい材料を設定しているため、強度は控えめなものと考えて良い。石炭灰、セルローズいずれも2kgf/cm²程度という目標値を達成することができている。

石炭灰並びにセルローズを添加した場合の材令と強度の関係を図-3に示す。

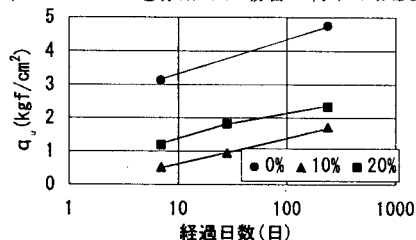


図-3 (a) 材令-強度関係 (石炭灰)

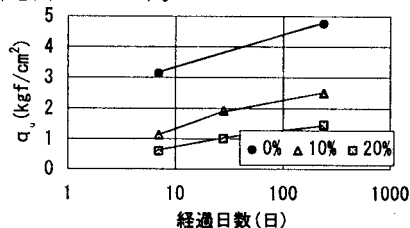


図-3 (b) 材令-強度関係

経過日数を対数軸にとると、その勾配は、セメント単体を添加したときの強度増加に類似した傾きになる。

次に、初期の含水比に着目するために、配合直後の含水比と強度の関係を図-4に示す。

これらのグラフを見る限りにおいては、石炭灰とセルローズに大きな違いは無く、強度の発現は、初期の配合材料を添加した直後の含水比に密接な関係があると言える。

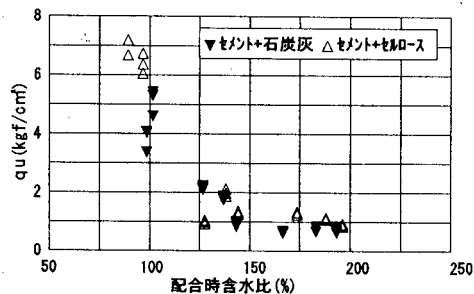


図-4 配合直後の含水比-強度関係

4. まとめ及び考察

今回対象としたリサイクル材料は、液性限界の2倍程度の含水比では顕著な改良効果は認められなかったものの、以下の知見を得ることができた。

- ・含水比が液性限界付近で急激に改良効果が現れる。
- ・強度発現は、配合時の含水比がポイントになっており、石炭灰では、添加剤の増量により含水比の低下に寄与することができる。

一方、現場施工に目を向けると、 q_u を2kgf/cm²程度の低強度に改良するには少量のセメントを混合することになる。今回実施したような室内実験では、十分な攪拌が可能なため品質の管理には問題は生じないが、現場では少量の配合は非常に施工管理が難しい。この点で、配合材料の増量と含水比低下という点で大きなメリットが生まれる。

今後は、物性の異なった泥土や他のリサイクル材料についても検討の余地がある。