

津波堆積物を用いた繊維質固化処理土の透水性に関する一考察

東北大学大学院 正会員 ○里見 知昭
 東北大学大学院 非会員 栗原 弘樹
 東北大学大学院 正会員 高橋 弘

1. はじめに

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う津波によって沿岸部は未曾有の被害を受け、津波堆積物(土砂やヘドロ)は約2,500万トンになると言われている。さらに、津波被害に加えて原子力発電所事故による放射性物質汚染も問題となっており、生活環境の安全を確保するためには放射性物質によって汚染された廃棄物や土壌の除染が必要である。環境省はその処理対策として、まず除染によって大量に発生した土壌など(以下、汚染土壌)は3年程度仮置き場で保管され、その後中間貯蔵施設で30年程度保管して最終処分するという方針を示している。仮置き場の安全確保の考え方として、盛土や土のうを覆うことで保管された汚染土壌の飛散や流出の防止、雨水等の流入を防止するためのシートの使用などが挙げられている。しかし、通常土による覆土やシートでは風雨や日光によって劣化するおそれがあるなど、安全・安心な保管とは言い難い。

ところで、建設汚泥やヘドロなどの高含水比泥土のリサイクル率の向上を目指し、泥土に古紙破砕物とセメント系固化材を混合して良質な土砂を生成する「繊維質固化処理土工法」がある¹⁾。本工法により生成される改良土は、破壊強度および破壊ひずみが大い、乾湿の繰返しに対して耐久性が高いなど優れた強度特性を有しており、盛土材や埋戻し材として既に780件、48万m³を超える実績がある²⁾。

そこで、津波堆積物を繊維質固化処理土工法で再資源化して、汚染土壌の仮置き場に用いる覆土に活用できれば、処分に苦慮している津波堆積物を有効活用し、かつ汚染土壌の安全・安心な保管が可能になるなど震災の復旧・復興に対して大いに貢献できると考えられる。本報告では、津波堆積物を用いた繊維質固化処理土の透水性について考察する。

2. 供試体の作製および試験条件

本試験では2011年12月に宮城県仙台市内で採取した砂質系津波堆積物を用いた。図-1に砂質系津波堆積物の写真を、図-2に粒径加積曲線を示す。土粒子密度は2.69g/cm³、塩分濃度は0%、pHは7.34であった。なお、採取土には多くのがれきが混入していたため、炉乾燥で乾燥させた堆積物を2mmのふるいを使い、ふるいを通した土で供試体を作製した。供試体の作製手順は次のとおりである。

- ① まず試料に古紙破砕物を混合しやすくするため含水比が60%となるように加水調整する。
- ② 含水比を調整した試料に古紙破砕物とセメント系固化材を加え、混合する。本試験では、古紙破砕物およびセメント系固化材の添加量の違いに伴う処理土の透水性の影響について検討するため、次の2条件の試料を作製した。
 - 1) 古紙破砕物の添加量の違い
セメント系固化材：80kg/m³、古紙破砕物：20, 25, 30, 35kg/m³
 - 2) セメント系固化材の添加量の違い
古紙破砕物：20kg/m³、セメント系固化材：60, 80, 100, 120kg/m³



図-1 砂質系津波堆積物

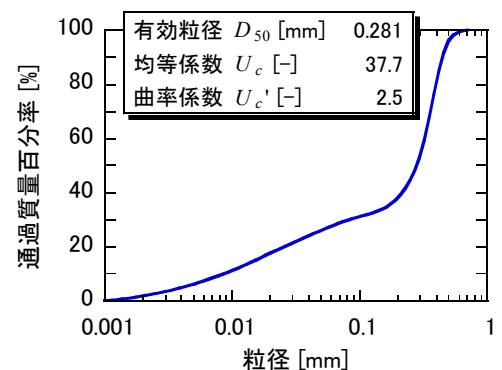


図-2 粒径加積曲線

キーワード 津波堆積物, 繊維質固化処理土, 透水性

連絡先 〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-20 大学院環境科学研究科 TEL022-795-7396

- ③ 初期養生として、上述の処理土を容器に入れて密封し、 $20\pm3^{\circ}\text{C}$ で3日間静置する。
- ④ 初期養生後、突固めによって供試体を作製する。突固め方法は1.5kg ランマーを高さ30cmから落下させ、突固めの層数は3層とし、各層15回突固めを行う。なお、供試体作製には直径5cm、高さ5.1cmのステンレス製の容器を使用した。
- ⑤ 供試体作製後、供試体から水分が蒸発しないように密封材で被覆し、 $20\pm3^{\circ}\text{C}$ で7日間養生する。

3. 透水試験

透水試験装置は大起理化工業株式会社の土壌透水性測定器(DIK-4012)を用いた。供試体は各条件3個作製し、得られた透水係数の平均値を算出した。古紙破砕物およびセメント系固化材の添加量を変えた場合の試験結果(透水係数 k_{15} 、間隙比 e)をそれぞれ図-3および図-4に示す。間隙比 e を求めるときに必要な土粒子(固相)密度 ρ_s は固相を砂質系津波堆積物、古紙破砕物、セメント系固化材とし、供試体の飽和度を100%と設定すると、式(1)で求めることができる。

$$\rho_s = \frac{100\rho_d\rho_w}{100\rho_w - w\rho_d} \quad (1)$$

ここで、 w は含水比 [%]、 ρ_d は乾燥密度 [g/cm^3]、 ρ_w は水の密度 [g/cm^3]である。

図-3より、古紙破砕物の添加量が増えると間隙比が大きくなり、透水係数も大きくなる傾向である。つまり、古紙破砕物の添加量を増やすほど間隙部分を多くし、透水性を高める効果を発揮すると解釈することができる。一方、図-4に示すように、セメント系固化材の添加量を増やすと間隙比および透水係数が小さくなっている。この結果は、セメントの水和反応によって生成される針状結晶(エトリンガイト)が供試体の間隙部分を減らしたためであると考えられる。ところで、管理型最終処分場の構造基準における粘性土の透水係数は $1\times 10^{-6}\text{cm}/\text{sec}$ 以下を満たす必要がある。今回の試験条件で作製した供試体のうち $1\times 10^{-5}\text{cm}/\text{sec}$ 以上の値ではあるものの $10^{-6}\text{cm}/\text{sec}$ オーダーを満たした結果も得られていることから、砂質系津波堆積物に粘性土を添加する方法によって構造基準を満たすことができるものと期待される。

4. おわりに

本報告では、津波堆積物を繊維質固化処理土工法で再資源化して、汚染土壌の仮置き場に用いる覆土として活用することを目指し、砂質系津波堆積物を用いた繊維質固化処理土の透水性について考察した。その結果、古紙破砕物の添加量の増加とともに透水係数は大きくなり、セメント系固化材の添加量を多くすると透水係数は小さくなることが確認できた。今後は最終処分場の構造基準(透水係数 $1\times 10^{-6}\text{cm}/\text{sec}$ 以下)を満たすような条件を明らかにする必要がある、粘性土を添加した改良土の透水性について現在検討中である。

謝辞 本研究は環境省「平成24年度環境研究総合推進費補助金」を受けて実施しました。記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 森雅人, 高橋弘ら: 古紙破砕物と高分子系改良剤を用いた新しい高含水比泥土リサイクル工法の提案と繊維質固化処理土の強度特性, 資源・素材学会誌, Vol.119, No.4-5, pp.15-20, 2003.
- 2) 森雅人, 山崎淳, 高橋弘: 高含水比泥土リサイクルの新たな展開と応用, 日本混相流学会誌, Vol.21, No.1, pp.22-28, 2007.

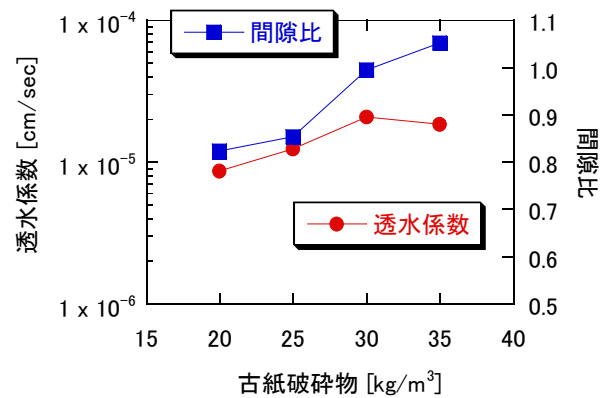


図-3 古紙破砕物～透水係数・間隙比の関係

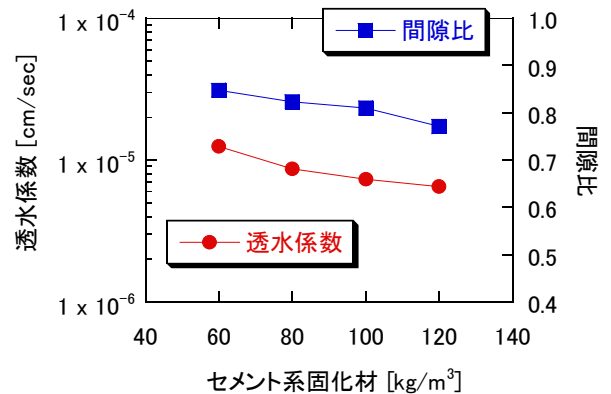


図-4 セメント系固化材～透水係数・間隙比の関係