

コンシステンシー限界による底部遮水工の難透水性予測

(独) 国立環境研究所 正会員 ○遠藤 和人
 岡山大学大学院自然科学科 正会員 水野 克巳
 (財) 地域地盤環境研究所 正会員 藤原 照幸
 岡山大学環境理工学部 正会員 西垣 誠
 京都大学大学院地球環境学堂 フェロー 嘉門 雅史

1. はじめに

我が国における最終処分場の底部遮水工基準の一つに、「透水係数 1×10^{-6} cm/s の遮水層が厚さ 50 cm 以上あり、その表面に遮水シートが敷設されていること」がある。自然地盤を利用せずに、鉱物ライナーによって人工的に遮水工を敷設する場合の基準である。 10^{-6} オーダー以下の透水係数を有する遮水工を何ヘクタールも水平に敷設するためには、発生土などの母材にベントナイトなどの粘性自然材料を適宜添加する必要がある。この適量を判定するためには、難透水性材料の透水試験を繰り返し実施する必要がある、実施工において非効率的で不経済である。本研究では、比較的容易に求められるコンシステンシー限界を用いて、この作業を軽減し、ベントナイト混合土の難透水性予測法について提案する。

2. ベントナイト混合土の配合設計

ベントナイト混合土を施工するまでに必要な室内実験、試験施工の内容を図-1に示す。母材となる土砂の選定と特性値の把握においても、多くの土質標準試験を実施しなければならない。ベントナイトの配合設計を実施し、目標値で定められた透水係数を満たすまで試験が繰り返し行われる。また、目標値にはトラフィカビリティーや圧密強度も設定されるため、透水係数を満たした条件において強度試験も実施される。その後、試験施工が行われ、混合機の選定とばらつきが判定される。最終処分場底部遮水工の施工は数ヶ月間にわたるため、養生試験や雨天時のトラフィカビリティーが検討され、満足する条件が得られないと母材となる土砂の選定まで戻らなければならない。このような繰り返し試験は、コスト増大と施工期間の延長につながり、施工管理上、好ましくない。

3. コンシステンシー限界による透水係数の推定

透水試験の繰り返し試験数を減少させるため、ベントナイト混合土の品質管理試験として必ず実施される液性・塑性限界というコンシステンシー限界試験に着目した。試料には、実施工で使用されたベントナイト混合土 2 点、室内実験によるベントナイト混合土が 28 点、対象としてカオリン混合土¹⁾を 15 点、合計 45 点の試料を使用した。代表的な母材の粒径加積曲線を図-2に示す。本提案手法は、図に示めされる粒度分布の範囲内において有効である。図-3に液性限界 (w_L) ならびに塑性

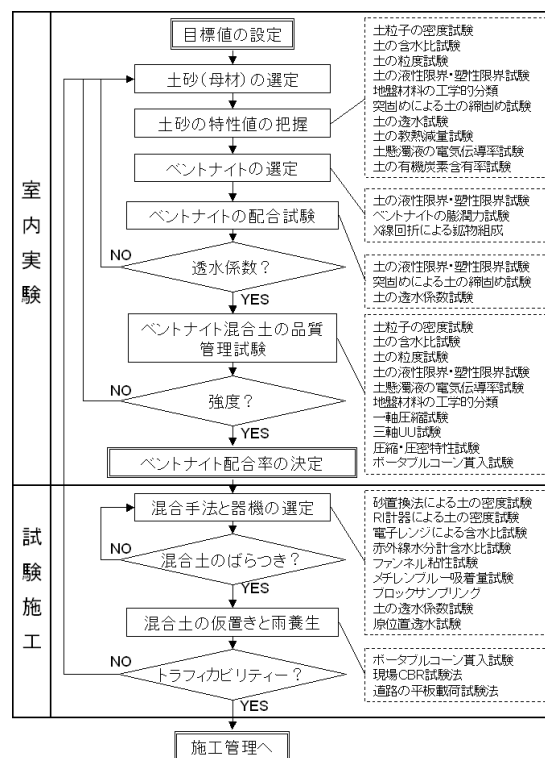


図-1 ベントナイト混合土の室内実験・試験施工に関するフローチャート

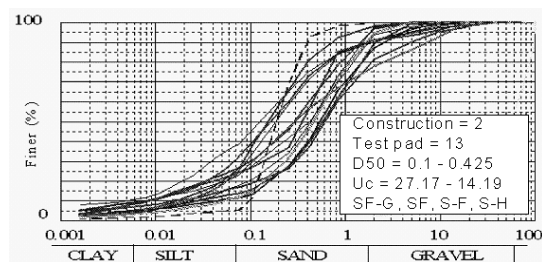


図-2 主要な母材の粒径加積曲線

キーワード 廃棄物最終処分場、底部遮水工、コンシステンシー限界、透水係数、簡易設計

連絡先 〒305-8506 つくば市小野川 16-2 (独) 国立環境研究所 TEL: 029-850-2228 Mail: k-endo@nies.go.jp

指数 ($I_p = w_L - w_p$)

と透水係数の関係を示す。液性限界、塑性指数の減少とともに透水係数も減少していることが確認される。透水係数 10^{-6} cm/s 以下の材

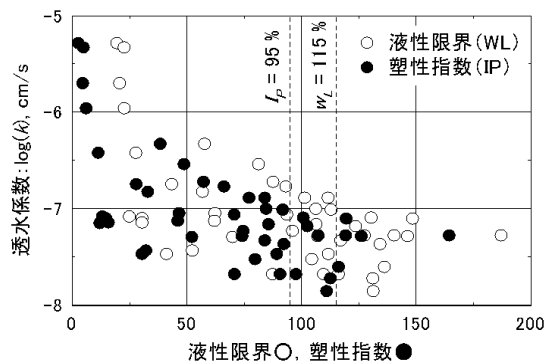


図-3 液性限界・塑性指数と透水係数

料を液性限界、塑性指数より選定することは比較的容易であるが、 10^{-7} cm/s 以下の材料を予測することは難しい。底部遮水工の基準値は 10^{-6} cm/s 以下であるため、大多数を予測可能といえるが、ここ数年の廃棄物処分場では 10^{-7} cm/s を要求するケースが多く見受けられる²⁾。本研究で使用した混合土のうち透水係数 10^{-7} cm/s 以下の混合土は 32 点であるが、液性限界のみで判定しようとする 115% 以下が相当し、13 点しか検出されない。塑性指数の場合 95 以下となりその 11 点しか検出されず、 10^{-7} cm/s 以下の全混合土のうち 34% しか予測することができない。

本研究で使用した混合土は、塑性図上において A 線より上に位置している³⁾。図-4 に塑性指数の A 線からの距離の逆数と透水係数の関係を示す。A 線からの距離の逆数が増加する (A 線に近接する) にしたがって、透水係数の値が大きくなっている。本図においても透水係数 10^{-6} cm/s 以下の材料を予測することは容易である。難透水性材料 (ここでは透水係数 10^{-7} cm/s 以下) 以下になるのは、 $1/(I_p - A \text{ line}) \leq 0.05$ となるときであり、本パラメーターによって約半数の 17 点の難透水性材料を予測することができる。しかしながら、半数の難透水性材料を見落とすことになるため、つぎ

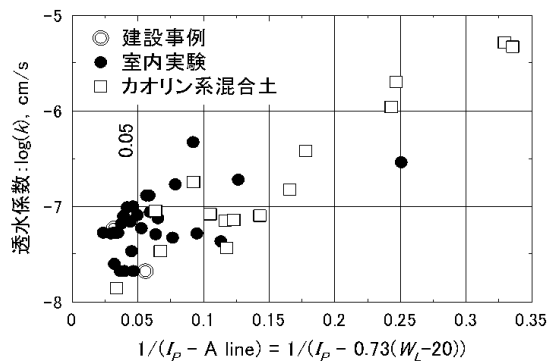


図-4 塑性指数の A 線からの距離と透水係数

に液性限界と塑性指数の比 (w_L/I_p) と透水係数の関係を図-5 に示す。 w_L/I_p が増加するにしたがい透水係数も増加している。透水係数 10^{-7} cm/s 以下を満足する値は $w_L/I_p \leq 1.3$ となっており、32 点中 27 点 (約 84%) の難透水性材料を予測可能である。図-6 にコンシステンシー限界を用いた難透水性混合土の予測確率を示す。これより、液性限界と塑性指数の比 (w_L/I_p) を用いた難透水性混合土の予測が効率的であることがわかる。

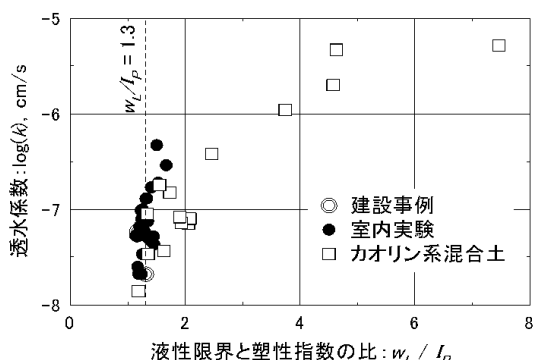


図-5 液性限界と塑性指数の比と透水係数

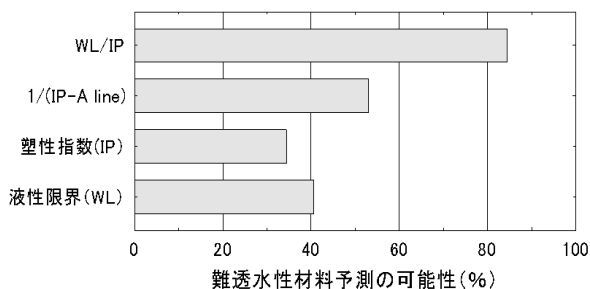


図-6 コンシステンシー限界による難透水性混合土 ($k \leq 10^{-7}$ cm/s) の予測確率

4. まとめ

廃棄物最終処分場の底部遮水工の透水性予測において、 10^{-6} cm/s 以下の透水係数を有する材料をコンシステンシー限界から予測することは容易であるが、 10^{-7} cm/s 以下の材料選定には液性限界と塑性指数の比 (w_L/I_p) を用いることが有効であり、繰り返し透水試験数を軽減する簡易配合率設計法として提案できる。

参考文献

- 坪井秀夫・原田健二 (2000)：締固め工法における中詰め材料としてのリサイクル材の適用性と評価，地盤工学会，土と基礎，Vol. 48，No. 6，pp. 5-8.
- 星野 實・佐藤道明・富田大学・水野克巳・嘉門雅史 (2003)：旭川市芳野廃棄物最終処分場（仮称）における設計事例，第 5 回環境地盤工学シンポジウム講演論文集，pp. 101-106.
- 水野克巳・遠藤和人・藤原照幸・西垣 誠・嘉門雅史 (2004)：物理化学的性質を考慮したコンシステンシー限界を用いた粘土の分類法，第 39 回地盤工学研究発表会講演集，新潟，in CD-ROM.