

廃棄物処分場の遮水工に関する実験的研究

芝浦工業大学（正）足立 格一郎（学）○山下 佳子（学）西本 亨
（学）黄 西朱（現：三信建設工業(株)）（学）木田 潤

1. はじめに

廃棄物処分場施設の中で、遮水工が極めて重要であることは周知の事項である。しかし、遮水工の中核的役割を果たす遮水シートあるいはジオシンセティッククレイライナー(GCL)は厚さが薄いため、廃棄物中の金属などにより損傷し漏水の原因となる危険性がある。これを防止するためには、遮水シートあるいは GCL を、透水性が低く、かつ膨潤性のある粘土層と組み合わせた遮水工が必要である。

本研究では、遮水シートあるいは GCL とベントナイト混合土を組み合わせた遮水工モデルをいくつか設定し、遮水シートあるいは GCL に孔が開いた場合の自己修復性検証を中心に、実験をもとに検討を行った。

2. 試料および遮水工モデル

試料として用いたベントナイト混合土は、乾燥質量比で関東ローム 15%、珪砂 75%、Na 型ベントナイト(スーパークレイ)10%を混合した土で、それを最適含水比 22.5%で締固め試料とした。表-1 にはこのベントナイト混合土の物理特性を示す。また、遮水シートには、現在多くの処分場で使用されている高密度ポリエチレン製の遮水シート(t=1.5mm)を使用した。GCLは本来、工場製品として作られるが、日本で入手できる種類が限られていることもあり、本研究では高密度ポリエチレンと含水比 30%で締固めたベントナイト層を組み合わせた GCL を作製しこれを試験に用いた。

表-1 試料の物理特性

	ベントナイト混合土
土粒子の密度	2.664g/cm ³
最適含水比	22.5%
最大乾燥密度	1.564g/cm ³
液性限界	66.8%
塑性限界	13.8%

3. 透水試験方法

遮水工モデルとしては、図 1 に示すように、遮水シート+ベントナイト混合土（以下 GM タイプ）と GCL+ベントナイト混合土（以下 GCL タイプ）の 2 タイプの複合遮水工モデルを検討した。

a) GM タイプ：GMタイプは、①ベントナイト混合土のみ②ベントナイト混合土と遮水シートを併用した 2 モデルを考え、試験を行った。ベントナイト混合土は直径 3.5cm、高さ 5cm、モデル②におけるシートの位置は混合土の上中下にそれぞれ設置する 3 種類

を考え、シートには直径 1cm の孔を開けている。また性能確認として、孔のない遮水シートを用いたモデルの試験も行った。圧力は、供試体上から透水用加圧力 300kPa、バックプレッシャー 100kPa、セル圧 600kPa（平均有効拘束圧 400kPa）である。試験は透水係数が安定するまで行う。

b) GCL タイプ：GCL タイプは、GCL(ベントナイト厚さ 5mm、遮水シート 1.5

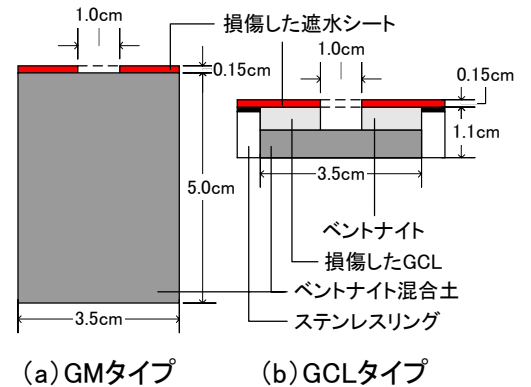


図-1 遮水工モデル

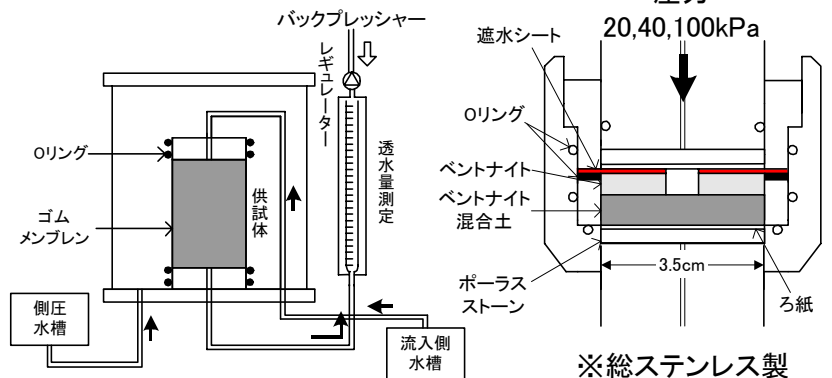


図-2 GMタイプの透水試験

図-3 GCL タイプの透水試験

キーワード：廃棄物処分場、遮水工、ベントナイト、GCL、自己修復性

連絡先：郵便番号 108-8548 東京都港区芝浦 3-9-14 芝浦工業大学土木工学科地盤工学研究室

TEL 03-5476-3048 FAX 03-3476-3166

mm)を試験する際に、GM タイプで用いたものと同様のベントナイト混合土(厚さ 6 mm)を併用し、GCL 部分には直径 1 cm の孔を開けている。試料には 3 種類の透水路用加圧力 (20, 40, 100kPa) を作用させ、供試体は圧力ごとに取り替える。試験期間は約 1 週間とした。また、GM タイプと同様に GCL タイプにおいても、孔なしモデルも試験した (透水量=0)。図-2、図-3 には試験方法の概略図を示した。

4. 試験結果および考察

透水試験結果のグラフを図-4、図-5 に示す。

GM タイプでは、試験初期に吸水が起こっている。これは、試験初期において、試験機の流出側からの試料への吸水量が透水量を上回った結果であり、供試体のセッティング条件により変動すると考えられる。しかし、時間の経過とともに透水量が吸水量を上回り定常状態になったので、この状態での透水係数を算出した (直径 3.5cm 断面に対する見かけの k)。GM タイプの試験結果を表-2 に示す。表-2 より、遮水シートを中に敷いた構造が最も遮水性が高いことがわかった。これは、遮水シートに開けた孔を、ベントナイト混合土が遮水シートの上下から孔を塞ぐように膨潤し、遮水シートの孔を充填したことがその理由といえる。遮水シートを上または下に敷いた供試体では、供試体の膨潤は起こっているものの、孔を完全に充填するまでには至っていない。

GCL タイプ(直径 1 cm 孔あり)では、試験開始直後に大きな流出が起こり、約 10 秒後に流出量の増加がほぼ止まった (図-5)。これは、セットされた供試体周辺の水みちを、ベントナイト層が試験開始とともに膨潤し、約 10 秒間で塞ぎ水の流出を抑えたためと考えられる。直径 1cm の GCL への孔の自己修復性に関するモデル実験では、ベントナイト膨潤による修復に約 3 時間かかることがわかった。そして、この間の透水係数は GM タイプのベントナイト混合土の透水係数にほぼ対応するものであった。20kPa については初期以外の流出は起こらず、また 40kPa についても試験初期以外に透水が起こったが、最終的に吸水し続けたことから、ベントナイトの自己修復性が遮水機能を向上させていることがわかった。100kPa においては、時間の経過とともに透水が起こったため、算術目盛に変換し透水係数を計算したところ、 $4.18 \times 10^{-10}(\text{cm/s})$ という低い値が得られた。このことから、GCL に使われるベントナイトは遮水シートの損傷を自己修復する能力に優れており、たとえ透水が起こったとしても、その透水係数はベントナイト混合土よりも 1 オーダー程度低い値を示すことがわかった。

5. まとめ

本研究で用いたベントナイト混合土は、廃棄物処分場の遮水工としての機能を十分果たす事のできる低い透水係数を持ち、なおかつ遮水シートをベントナイト混合土の間に挟み込む事で、ベントナイト混合土は構造的に自己修復性を発揮しやすくなる事がわかった。このような遮水工構造に自己修復性の高い GCL を併用する事で、その遮水性能はより確実なものになるといえる。今後は、本研究でテーマとした遮水性能だけではなく、遮水工の力学的挙動や強度、さらに施工性についても検討し、欧米に劣らない総合的に優れた廃棄物処分場の遮水工構造の確立を目指す事が、地盤工学的な課題であると考えている。

表-2 GM タイプの透水試験結果

モデルタイプ	$k(\text{cm/s})$
ベントナイト混合土	1.36×10^{-9}
孔無し遮水シート+混合土	0
孔開き遮水シート上+混合土	1.21×10^{-9}
孔開き遮水シート中+混合土	0.93×10^{-9}
孔開き遮水シート下+混合土	1.20×10^{-9}

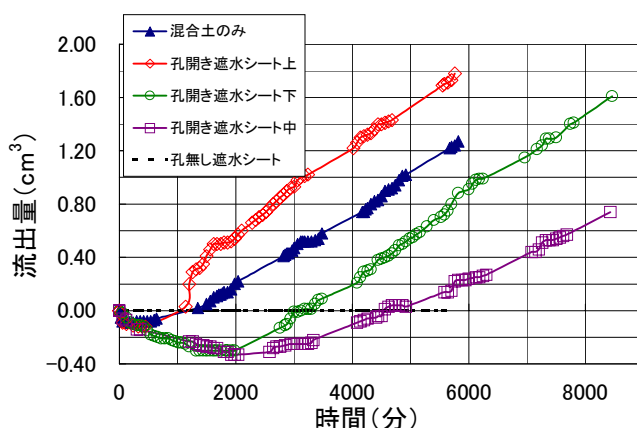


図-4 GM タイプ透水試験結果

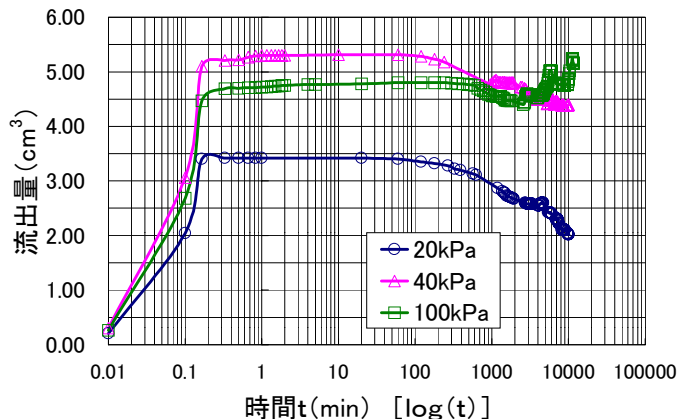


図-5 GCL タイプ透水試験結果