

GCL 損傷部からの漏水量の経時変化及び上載圧力の影響

佐賀大学 理工学部 学生会員 青木 雄祐

佐賀大学 理工学部 正会員 柴 錦春

1. まえがき

ジオシンセティッククレイライナー (GCL) は廃棄物最終処分場の遮水ライナーとして世界中で広く使用されている。GCL の特徴の一つとしてパンチング等による損傷が発生した際にベントナイト層の吸水膨張によって漏水を止める自己修復機能がある。GCL の継目についての漏水試験結果が報告されている¹⁾が、損傷部からの漏水量における上載圧力等の影響についてはあまり検討されていない。本研究では室内定水位、変水位漏水試験を行い、損傷の大きさや上載圧力が漏水量の時間的変化に及ぼす影響を検討した。

2. 試験装置、試料と方法

① 定水位漏水試験装置 (図-1)

GCL 試料の直径は 150mm である。試験の手順は以下の通りである。

- (1) GCL の中心部に所定の損傷 (穴) を釘で開け、GCL のジオメンブレン側をピストンに粘着剤で貼り付ける。
- (2) モデルに、厚さ 100mm の土層を締め固めて作り、カット等を用いて土層の表面を水平にする。
- (3) GCL を貼り付けたピストンをモデルにセットし、ピストンと土層間の接触状態をよくするために 50kPa の圧力で 1 時間載荷する。
- (4) 所定の GCL 上の水深 (210mm) を設定して試験を開始する。定期的に水を注入することで水位を維持しながら容量 10ml のシリンダーで漏水量を測定し、漏水量が安定するまで測定を継続する。

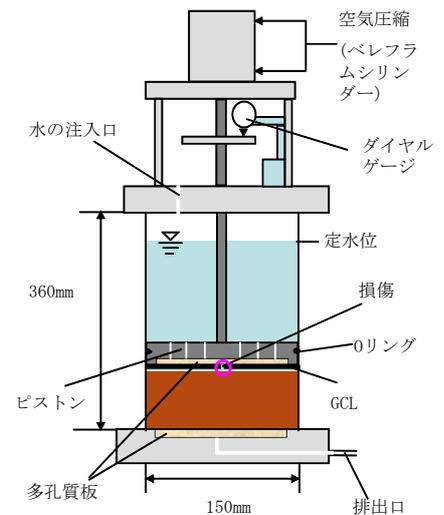


図-1 定水位試験装置

② 変水位漏水試験装置 (図-2)

GCL 試料の直径は 150mm である。定水位試験とは違い、変水位試験の際には土層を入れないため GCL 損傷部からの漏水量が測定できる。GCL 試料の装着方法は定水位試験と同様とする。

本研究では 2 種類の GCL を用いた。GCL1 の厚さは 3.5mm、そのうちベントナイト層が 3.0mm である。GCL2 の厚さは 4.5mm、そのうちベントナイト層の厚さは 4.0mm である。ベントナイトは粒状ナトリウム型で液性限界は 300%、塑性限界は 18% である²⁾。ジオメンブレンは厚さ 0.5mm の HDPE を使用する。土は 2mm のふるいを通過したまき土を用いた。100mm の層厚に対して、3 層に分けて締め固め試験のランマーで 1 層につき 20 回締め

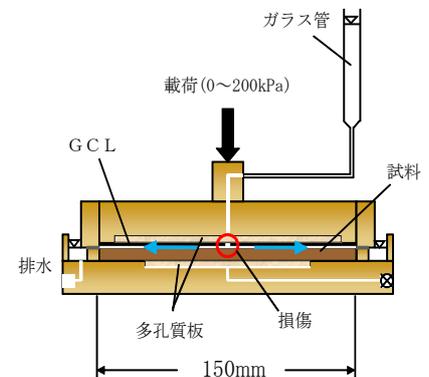


図-2 変水位試験装置

固めた。完成した土層の乾燥密度は 14.5kN/m^3 で、相応透水係数は $3.69 \times 10^{-5}\text{m/s}$ であった。試験には水道水を用いた。本研究で検討した GCL の損傷 (穴) の大きさは 3mm、5mm、上載圧力 P は 0 (変水位 50) ~ 200kPa であった。

3. 試験結果及びディスカッション

(1) 漏水量の経時変化 図-3 に GCL2 における上載圧力 50kPa の場合の漏水量 (Q) の経時変化を示す。変水位の場合、GCL 上の水深は定水位の場合と同じ条件 ($\Delta H=210\text{mm}$) で漏水量を換算した。実験開始より約 4 日後から漏水量が初期値の約 10~15% になり安定したことがわかる。他の試験条件での漏水量の経時変化はほぼ同じ傾向を示している。Q の減少の主な原因はベントナイトの吸水膨張によって、損傷部の穴が小さくなったためと考えられる。試験後これらの試料のベントナイトの含水比 (w) を測定し、その分布は図-4 に示す。損傷の中心

から離れるにつれ含水比が 82~60%と低くなるという結果が得られた。試験前のベントナイトの含水比は約 10%であった。また図-3 で変水位の場合漏水量は定水位試験のものより高くなるという傾向がある。これは定水位の場合、厚さ100mm のまき土層の影響であると考えられる。本試験に用いたまき土の透水係数は高く、その影響は小さいため、今後は土層の透水係数の影響を検討する必要がある。

(2) 上載圧力 (P) の影響 漏水量が安定後、経過日数 11 日 (任意に選択) の漏水量を用いて、漏水量における P、損傷の大きさの影響を GCL1 (図-5) と GCL2 (図-6) それぞれを図にまとめた。一般的には P の増加に伴い Q が減少した。その原因として、P の増加による損傷周辺のベントナイトを損傷の方に押し出すことで、損傷が小さくなるためと考えられる。また、損傷が大きいほど減少率 (ΔQ) が大きいことがわかる。しかし、損傷が小さいほど減少率は大きくなる。例えば GCL2 について直径 3mm と 5mm の損傷の場合、P=100kPa の Q はそれぞれ P=0kPa の約 30%と約 50%になっている。

(3) 損傷の大きさの影響 直径 5mm の損傷の面積は直径 3mm のものの約 2.8 倍である。実験した範囲で、直径 5mm の漏水量は 3mm のものの 3 倍以上となる (図-5,6)。即ち漏水量は損傷の初期面積に比例しない。一定の圧力下のベントナイトの膨張量が一定とすれば、損傷が小さいほど膨張によって修復した割合が大きい。また GCL1 と GCL2 を比較すると、GCL2 の漏水量が高い傾向がある。はっきりした原因は分かっていないが、GCL2 のベントナイト層は相対的に厚いので、釘で穴をあける時十分注意したが、穴の周囲のベントナイトが剥がれたことがあった。これは漏水量が高い原因の一つと考えられる。

4. まとめ

室内定水位、変水位漏水試験によって、GCL 損傷部からの漏水量 (Q) 及びその影響要因を検討した。試験結果から以下のことがわかった。

- (1) 初期段階で時間の経過に伴い、漏水量が減少するため約 4 日後の Q 値は安定した。低下の原因としてベントナイトの吸水膨張による損傷の一部が修復されたためと考えられる。
- (2) 上載圧力 (P) の増加による Q の減少。
- (3) 損傷 (穴) が大きいほど安定した単位面積当たりの漏水量 (q=Q/A A: 断面積) が大きい。

謝辞 本研究に使用した GCL は (株) ホージュンの水野克己博士に提供していただいた。

参考文献

1) 水野克己・皆瀬慎・本郷隆夫・福田光治・藤原照幸・嘉門雅史 (2001) 最終処分場における三要素複合ライナーの遮水性評価. 第 16 回ジオシンセティックシンポジウム論文集、国際ジオシンセティック学会日本支部 pp. 213-220

2) 勝見武・Craig H. Benson・嘉門雅史 (2001) ベントナイトを用いた遮水ライナーの耐化学性について. 土と基礎、報文-2672, PP. 21-24

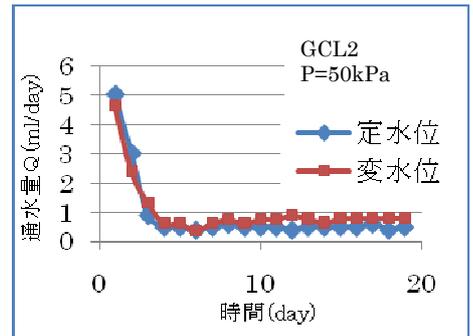


図-3 漏水量の経時変化

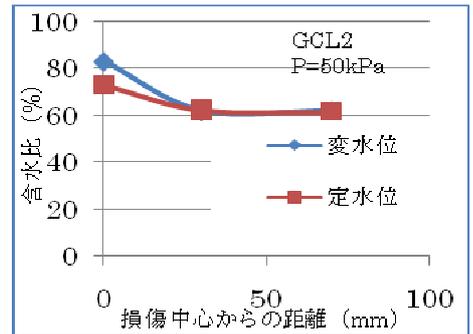


図-4 ベントナイトの含水比変化

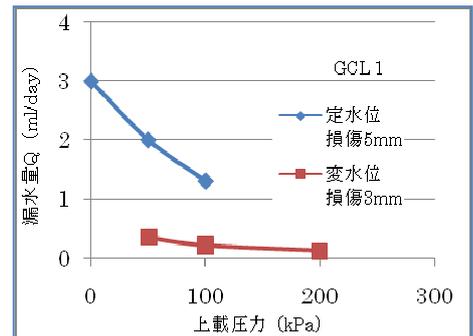


図-5 漏水量と上載圧力との関係 (GCL1)

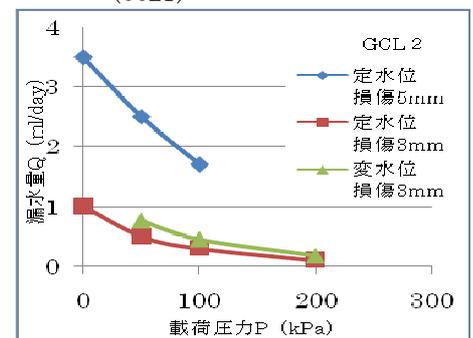


図-6 漏水量と上載圧力との関係 (GCL2)